T. V. KUDREAVȚEV

PEDAGOGIA SECOLULUI XX

PSIHOLOGIA GÎNDIRII TEHNICE

„Particularitățile gîndirii tehnice constituie problema centrală a monografiei noastre — o problemă pe cît de dificilă, pe atît de complexă. Din întregul ansamblu al aspectelor implicate de soluționarea ei, noi am situat în prim plan aspectul cel mai important, și anume problema structurii gîndirii tehnice. În legătură cu aceasta, devine necesară relevarea sistemului componentelor sale aflate în interrelație și în interacțiune, precum și elaborarea tabloului intern, de conținut, care caracterizează gîndirea tehnică. În același timp, aceasta trebuie caracterizată și din perspectiva desfășurării ei, a procesualității ei.

Sîntem, firește, conștienți de faptul că însăși interpretarea esenței gîndirii tehnice, a căilor și metodelor dezvăluirii ei nu epuizează problema. Mai mult, unele dintre aspectele concepției noastre asupra gîndirii tehnice pot apărea ca discutabile. Monografia reprezintă, așadar, una dintre primele încercări de a caracteriza procesul rezolvării problemelor tehnice. Și dacă această încercare va ajuta la jalonarea unor perspective pentru cercetări viitoare am putea considera că ne-am îndeplinit misiunea asumată.

Analiza structurii oricăreia dintre formele activității intelectuale (gîndire matematică, literară, tehnică etc.) trebuie să conducă inevitabil și la abordarea altei probleme: „Care sînt căile și metodele de dezvoltare a gîndirii, care sînt, în genere, căile unei învățări raționale a acestui gen de activitate?"

T. V. KUDREAVȚEV

PSIHOLOGIA GÎNDIRII TEHNICE

(Procesul și metodele de rezolvare a problemelor tehnice)

Traducere de: Valentina Radu și Ludmila Slifca

EDITURA
DIDACTICĂ ȘI
PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI — 1981

Traducerea s-a făcut după:
Akademiia Pedagoghiceskih Nauk SSSR
Institut obșceii pedagoghiceskoi psihologhii

T. V. KUDREAVȚEV
PSIHOLOGHIIA TEHNICESKOGO MÎȘLENIIA
(Proțess i sposobî reșeniia tehniceskih zadaci)
MOSKVA

© Izdatelstvo „Pedagoghika", 1975

Redactor: Maria Catulescu
Tehnoredactor: Ana Țimpău
Grafician copertă: Constantin Guluță

Tiparul executat la Combinatul poligrafic „Casa Scînteii" nr. 1 București, str. Grigore Alexandrescu nr. 89—93

CUPRINS

Introducere 5

CAPITOLUL I

Problemele constructiv-tehnice și analiza procesului de rezolvare a acestora . 9
1. Particularitățile psihologice și tipurile de probleme constructiv-tehnice 9
2. Psihologia rezolvării problemelor constructiv-tehnice și stadiul elaborării ei 19
3. Specificul rezolvării problemelor de constructiv-tehnice 46
4. Căile formării unor modalități eficiente de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice 64

CAPITOLUL II

Rezolvarea problemelor tehnice în condițiile utilizării mijloacelor intuitive 96
1. Problema particularităților operării cu mijloace intuitive și reprezentări spațiale în cadrul activității de gîndire 96
2. Clasificarea mijloacelor intuitiv-tehnice 107
3. Corelarea cunoștințelor teoretice și a acțiunilor practice în procesul rezolvării de probleme tehnice prin utilizarea reprezentărilor schematice . 114
4. Particularitățile procesului de citire a schemelor tehnice 134

CAPITOLUL III

Structura gîndirii tehnice 157
1. Punerea problemei și noțiunile fundamentale ale teoriei rezolvării problemelor tehnice 157
2. Componentele gîndirii tehnice și unitatea structurii lor 176
— Factorii care determină specificul gîndirii tehnice 176
— Gîndirea tehnică — gîndire teoretico-practică 181
— Gîndirea tehnică — gîndire conceptual-figurală 187
— Trei componente structurale ale gîndirii tehnice 196
3. Caracterul operativ al gîndirii tehnice 198

CAPITOLUL IV

Instruirea prin problematizare — modalitate generală de dezvoltare a gîndirii tehnice 208
1. Analiza unora dintre problemele perfecționării instruirii 208
2. Despre esența instruirii prin problematizare 218
3. Situația-problemă în instruire. Tipuri de situații-problemă 225
4. Procedee de rezolvare a situațiilor-problemă de către elevi 231
5. Dezvoltarea intelectuală a elevilor în cursul instruirii prin problematizare 237

BIBLIOGRAFIE 245

INTRODUCERE

Progresul științific și tehnic contribuie într-o măsură tot mai mare la complicarea conținutului muncii și procedeelor utilizate de către om. Justețea acestei afirmații devine și mai evidentă dacă o raportăm la o serie de profesiuni muncitorești moderne, legate de reglarea și repararea instalațiilor tehnice, de controlul și manevrarea lor ș.a.m.d. Elemente ale activității tehnico-inginerești pătrund în munca pe care o exercită muncitorul. La rîndul lor, munca și metodele de muncă la nivel ingineresc se complică și ele. Această activitate, care se caracterizează prin atribute de natură investigativă, îi solicită omului cunoștințe tehnice și tehnologice, operativitate în luarea deciziilor. Și într-un caz, și în celălalt, un loc important începe să-l ocupe procesul rezolvării de probleme intelectuale.

Pînă nu de mult, în teoria și practica studierii proceselor de muncă, particularităților gîndirii omului în procesul muncii tehnice li se acorda o atenție destul de redusă. Faptul se explica prin însuși caracterul activității tehnico-productive, în care un loc important îl ocupau funcțiile senzoriale și motorii ale omului.

În practica actuală a instruirii prin muncă (în școala elementară, în școlile tehnice-profesionale și chiar în producție) mai dăinuie încă o serie de neajunsuri de acest fel. Printre acestea se numără caracterul reproductiv al cunoștințelor și deprinderilor tehnice însușite, sărăcirea de conținut intelectual a proceselor de muncă, considerate în ansamblu.

Asemenea altor științe care se ocupă cu studiul omului, psihologia nu poate pierde astăzi din vedere modificările esențiale ale caracterului muncii. Materialele și hotărîrile celui de-al XXIV-lea Congres al P.C.U.S. subliniau în mod deosebit rolul științei ca forță nemijlocită de producție. Nivelul tehnico-științific ridicat al întregii producții a devenit o realitate evidentă și importantă. Firește că în asemenea condiții crește rolul factorului intelectual al muncii (la diferitele sale niveluri, în diferitele sale manifestări). Se modifică

și exigențele față de pregătirea omului pentru muncă, îndeosebi față de pregătirea lui pentru munca tehnică.

În același timp, procesul de rezolvare a problemelor tehnico-productive nu este deocamdată studiat suficient, iar problema propriu-zisă a gîndirii tehnice, ca formă specifică de activitate intelectuală, nu a fost încă abordată distinct, în ansamblul ei.

Legitimitatea și necesitatea de a pune problema în acest mod se sprijină pe o abordare diferențiată a activității umane și îndeosebi a activității intelectuale. Este de presupus că cu cît obiectivul activității omului este mai specific, cu atît mai specifice sînt și modalitățile de operare, înțelegînd prin aceasta și operarea în planul intelectual, al gîndirii. De aceea, este de presupus, în continuare, că însuși specificul muncii tehnico-productive stimulează dezvoltarea cu precădere a anumitor laturi ale gîndirii. Cu alte cuvinte, particularitățile multora dintre obiectele și problemele tehnice, operarea propriu-zisă cu materialul tehnico-productiv conferă gîndirii un caracter specific. Firește, aceasta nu înseamnă că gîndirea tehnică se caracterizează printr-o notă de exclusivitate, că ea nu are nimic comun cu alte forme de activitate intelectuală. La origine, la temelia ei, ea reprezintă aceeași cunoaștere generalizată și mijlocită a realității, prin rezolvarea de sarcini cu caracter problematic.

Dar operarea permanentă cu materialul tehnico-productiv își pune amprenta asupra structurii psihologice a activității intelectuale, asupra particularităților ei procesuale, contribuind la o orientare specifică a gîndirii.

Particularitățile gîndirii tehnice constituie problema centrală a monografiei noastre — o problemă pe cît de dificilă, pe atît de complexă. Din întregul ansamblu al aspectelor implicate de soluționarea ei, noi am situat în prim plan aspectul cel mai important, și anume problema structurii gîndirii tehnice. În legătură cu aceasta, devine necesară relevarea sistemului componentelor sale aflate în interrelație și în interacțiune, precum și elaborarea tabloului intern, de conținut, care caracterizează gîndirea tehnică. În același timp, aceasta trebuie caracterizată și din perspectiva desfășurării ei, a procesualității ei.

Sîntem, firește, conștienți de faptul că însăși interpretarea esenței gîndirii tehnice, a căilor și metodelor dezvăluirii ei nu epuizează problema. Mai mult, unele dintre aspectele concepției noastre asupra gîndirii tehnice pot apărea ca discutabile. Monografia reprezintă, așadar, una dintre primele încercări de a caracteriza procesul rezolvării problemelor tehnice. Și dacă această încercare va ajuta

la jalonarea unor perspective pentru cercetări viitoare, am putea considera că ne-am îndeplinit misiunea asumată.

Analiza structurii oricăreia dintre formele activității intelectuale (gîndire matematică, literară, tehnică etc.) trebuie să conducă inevitabil și la abordarea altei probleme: „Care sînt căile și metodele de dezvoltare a gîndirii, care sînt, în genere, căile unei învățări raționale a acestui gen de activitate?"

Se pune, prin urmare, problema definirii fundamentelor psihologice ale dezvoltării gîndirii tehnice în cursul învățării. În scopul formării inteligenței tehnice a fost necesară căutarea unui model de instruire adecvat. Putem găsi un astfel de model pornind de la particularitățile problemei tehnice, considerată sub o formă ideală, adică sub forma unei probleme care, de fiecare dată, îi apare subiectului ca fiind nouă. De pe aceste poziții, orice probleme tehnică se va remarca, în primul rînd, printr-o accentuată nedeterminare a domeniului de explorare intelectuală, iar în al doilea rînd, printr-o mare varietate de soluții. În acest mod, problemele respective pot fi examinate ca situații problematice, în sensul cel mai strict al cuvîntului, rezolvarea lor realizîndu-se în cursul unei activități cu caracter explorator.

Se poate presupune că una dintre principalele modalități de însușire a procedeelor utile activității exploratorii este așa-numita instruire prin problematizare. Procesul însuși de rezolvare a problemelor tehnice se realizează chiar în cursul rezolvării unor genuri diferite de probleme, în cursul activității de explorare. Tocmai în procesul instruirii prin problematizare omul se deprinde să adopte variantele optime de soluționare, în condițiile unei explorări operative.

Definirea bazelor psihodidactice ale instruirii prin problematizare constituie una dintre sarcinile cele mai importante pe care ni le-am propus și pe care ne-am străduit să le rezolvăm într-o anumită măsură. În această privință, trebuie să subliniem că teoria instruirii prin problematizare se află încă într-un stadiu de constituire. Care este esența acestui tip de instruire, care sînt genurile de situații-problemă și procedeele de rezolvare a lor, în ce anume constă eficiența instruirii prin problematizare, cum contribuie aceasta la dezvoltarea gîndirii și a capacităților intelectuale ale elevilor, iată o enumerare incompletă de întrebări la care este de dorit să găsim răspunsuri corecte. Analiza numeroaselor noțiuni care țin de instruirea prin problematizare ne arată că acestea sînt destul de universale, putînd fi utilizate nu numai în cadrul instruirii pur tehnice, ci și în procesul predării fizicii, matematicii sau a altor discipline de învățămînt. De aceea, în prezenta lucrare, în partea

care se ocupă de aspectele instruirii prin problematizare (şi care este elaborată pe bază de material tehnic), deseori am fost nevoiţi să găsim rezolvarea pentru o serie de probleme generale de didactică şi psihologie a acestui tip de instruire, fără a-l considera doar ca mijloc general de dezvoltare a gîndirii tehnice.

În ceea ce priveşte metodele de studiere a problemelor puse, acestea au fost extrem de variate, mergînd de la observaţii sistematice pînă la experimente de laborator. Ca materiale experimentale ne-au servit protocoalele rezolvării unor probleme tehnice, produsele activităţii, rezultatele unor înregistrări pe film etc. Materialele respective au fost obţinute de la diferite grupe de subiecţi, începînd cu elevi aflaţi în prima treaptă de şcolarizare şi pînă la persoane adulte angajate în activitatea profesională. Menţionăm că majoritatea subiecţilor noştri erau elevi din clasele mari şi din instituţii de învăţămînt profesional-tehnic. Modul de abordare a fost în principiu acelaşi: rezultatele rezolvării diferitelor tipuri de probleme tehnice erau întotdeauna examinate în raport cu un anumit etalon de rezolvare, specific pentru nivelul profesional vizat.

Pentru cercetările experimentale au fost selecţionate două mari categorii de probleme tehnice: 1) probleme de construcţie tehnică, avînd drept caracteristică elemente de creaţie, şi 2) probleme tehnice obişnuite, legate de citirea documentaţiei tehnice intuitive (acestora le sînt consacrate primele două capitole ale cărţii). Analiza rezolvării problemelor tehnice de tipuri diferite a contribuit, după părerea noastră, la stabilirea celor mai generale caracteristici ale inteligenţei tehnice. Bazîndu-ne pe materialele obţinute de noi, precum şi pe datele altor cercetători, ulterior, am supus analizei teoretice structura gîndirii tehnice şi particularităţile laturii sale procesuale (capitolul III). În sfîrşit, a fost necesară studierea şi jalonarea căilor de dezvoltare a acestei forme de activitate intelectuală (capitolul IV).

În încheiere, dorim să exprimăm mulţumirile noastre deosebite lui A. A. Smirnov, care a studiat cu atenţie lucrarea în prima ei variantă şi a formulat o serie întreagă de observaţii şi idei de mare ajutor pentru noi în definitivarea manuscrisului. Socotim drept o îndatorire plăcută aceea de a exprima recunoştinţa noastră referenţilor B. F. Lomov şi E. A. Klimov, care au contribuit la îmbunătăţirea monografiei de faţă.

CAPITOLUL I

PROBLEMELE CONSTRUCTIV-TEHNICE ŞI ANALIZA PROCESULUI DE REZOLVARE A ACESTORA

1. PARTICULARITĂŢILE PSIHOLOGICE ŞI TIPURILE DE PROBLEME CONSTRUCTIV-TEHNICE

Conceptul de problemă constructiv-tehnică este extrem de larg, atît sub aspectul conţinutului implicat, cît şi în ceea ce priveşte interpretarea dată sensului său. Se poate afirma acelaşi lucru şi despre sinonimele lui tehnice: problemă de proiectare-construcţie sau, pur şi simplu, problemă de construcţie. Psihologii, care au investit destule eforturi în studiul procesului de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice, au înglobat aici cele mai diferite feluri şi tipuri de probleme. Aşa se explică faptul că cercetătorii au ajuns adesea să caracterizeze în mod diferit activitatea constructiv-tehnică. Elementul de înrudire între problemele respective îl constituia doar conţinutul lor tehnic[1] şi necesitatea manifestării unei atitudini creative, euristice în rezolvarea lor. În fapt, toate aceste probleme îl pun pe individ în condiţiile unor situaţii-problemă, de un fel sau altul, presupunînd explorări şi descoperiri. Deşi, în cazul acestui gen de probleme, rezolvarea situaţiei-problemă nu se soldează cu obţinerea unui rezultat obiectiv nou (cum se întîmplă, de pildă, în cazul problemelor cu care este confruntat un inventator), este totuşi important de remarcat că rezultatul reprezintă o descoperire pentru subiect.

Îndeplinirea unor sarcini constructiv-tehnice de acest tip impune o serie de cerinţe adresate omului.

În primul rînd, este necesar un minimum de informaţii tehnice cu caracter teoretic şi o oarecare experienţă în observarea func-

[1] Fapt rezultat din însuşi termenul folosit.

ționării diferitelor instalații tehnice sau familiarizarea cu ele, prin practică. Așa cum ne arată, însă, unele date de cercetare, cerința amintită nu este, întotdeauna, de cea mai mare importanță pentru reușita rezolvării problemelor. Altfel spus, un individ cu mai puține cunoștințe tehnice și mai lipsit de experiență îndeplinește uneori sarcina mai bine decît altul care posedă un volum relativ mare de cunoștințe tehnice și experiență practică.

Apoi, problemele constructiv-tehnice presupun, de regulă, prezența unei activități exploratorii. Aceasta constă cel mai adesea într-o căutare vizînd alegerea variantelor optime de rezolvare, dintr-o serie de variante disponibile. Activitatea exploratorie, al cărei conținut fundamental îl reprezintă procesul de analiză, se asociază cu o activitate combinatorie, a cărei esență este sinteza.

Această activitate explorativ-combinatorie poate fi realizată atît pe plan pur intelectual, cît și pe plan figural sau practic. Dar, cel mai adesea și cu cele mai bune rezultate, ea se realizează în mod unitar, pe plan intelectual — figural — practic, procesul de rezolvare a problemelor relevînd dinamica neîntreruptă a trecerilor de la un plan la altul. „Stimulul" fiecărui pas al cursului rezolvării îl constituie cînd ideea, cînd imaginea, cînd acțiunea.

Pornind de la cele arătate, problemele constructiv-tehnice pot fi definite ca sarcini de natură problematică, avînd caracter intelectual — figural — practic, a căror rezolvare se desfășoară prin activități de explorare și combinare, efectuate pe material tehnic.

În ce constă, așadar, elementul comun al conceptelor: problemă de proiectare-construcție; problemă de construcție; problemă constructiv-tehnică?

Proiectarea este procesul de creare a reprezentărilor despre obiect, proces obiectivat într-o documentație tehnică variată. Ea cuprinde principiile de calcul, cerințele tehnologice pe care trebuie să le îndeplinească produsul ș.a.m.d. Crearea unei instalații tehnice noi, înlocuirea unei construcții vechi cu alta nouă sau perfecționarea unei instalații existente pot fi rezultate ale proiectării.

Fiind noțiuni extrem de apropiate, proiectarea și construcția tehnică, într-o serie de cazuri, pot coincide. Tocmai de aceea deseori se vorbește despre o problemă de proiectare-construcție, despre activitatea de proiectare-construcție. Totuși, problema de construcție constituie numai o parte din sarcina mult mai amplă a proiectării. În cazul acesta, problema de construcție apare ca problemă de structurare a construcției, care satisface anumite exi-

gențe tehnice. Rezultatul rezolvării este exprimat prin documentația tehnică. Totodată, construcție este și instalația ca atare, dispunerea părților ei componente, una față de alta, și interacțiunea dintre ele, modurile de asamblare, precum și materialele din care trebuie să fie confecționată instalația.

Mai trebuie subliniat și faptul că problemele de proiectare-construcție se conjugă adesea cu probleme implicînd cerințe de raționalizare sau de inventivitate.

„Invenția reprezintă soluționarea unei probleme tehnice din orice domeniu al economiei naționale, culturii, ocrotirii sănătății sau apărării patriei; caracterizată în principal prin noutate, ea se soldează cu un efect pozitiv". (Culegerea *Îndrumătorul inventatorului și raționalizatorului*, 1963, p. 705).

„Propunerea de raționalizare este acea propunere care tinde să perfecționeze: tehnica folosită (mașini, strunguri, agregate, aparate, dispozitive, instrumente etc.); producția obținută și tehnologia de producție; mijloacele de control, observare și cercetare" (*idem*, p. 706).

Dacă vom considera construcția tehnică drept un proces de creare a unui obiectiv care prezintă elemente de noutate, atunci devine limpede că, în acest sens, construcția se va îmbina cu raționalizarea și invenția (îndeosebi cu aceasta din urmă).

Totuși, nu putem vorbi despre o identitate între procesul de producere a unei invenții, din care rezultă întotdeauna o realizare originală, și procesul de construcție, finalizat printr-o instalație care poate prezenta grade de noutate destul de diferite.

Astfel, constructorul poate elabora în prealabil o idee (un principiu, o lege ș.a.m.d.) pe baza căreia va construi obiectul, sarcina inginerului constructor reducîndu-se, în acest caz, la transpunerea corectă, din punct de vedere tehnic, a ideii respective într-o anumită construcție. Un tablou similar îl oferă procesul (desfășurat adesea în scopuri instructive) în care constructorul dispune nu numai de o idee directoare, ci și de mijloacele realizării ei, trebuind să stabilească singur modalitățile concrete de construire. În sfîrșit, într-o serie de cazuri, construcția tehnică și invenția alcătuiesc un corp comun, înainte de începerea lucrului, inventatorul nedispunînd de vreo idee teoretică pe care să o fi emis în prealabil și nici de vreun fel de mijloace pentru înfăptuirea ei. În toate aceste cazuri sînt posibile diverse variante de rezolvare a problemei. De aici și necesitatea alegerii unei variante optime.

Dacă ar trebui imaginată o schemă generală a rezolvării unei probleme de construcţie, aceasta ar arăta în felul următor:

Găsirea schemei (schemelor) construcţiei	→	Calculul şi elaborarea documentaţiei tehnice	→	Alegerea variantei optime

Ca model general pentru acest tip de probleme putem utiliza „cutia-problemă"* (fig. 1), la care „intrarea" şi „ieşirea" sînt predeterminate, iar „conţinutul aflat în interior" este necunoscut. În figura 1, „intrarea" o formează un ax motor avînd prestabilit sensul mişcării de rotire. „Ieşirea" este un sistem de pinioane cu pivot, la care este dat de asemenea sensul mişcărilor de rotire şi de avans şi revenire. Problema cere să se construiască un sistem de mecanisme care să poată asigura mişcările prestabilite de la „ieşire", atunci cînd axul motor execută o rotire de 360°. Iată deci modelul unei probleme de construcţie: în conformitate cu cerinţele tehnice date (în cazul nostru asigurarea mişcării necesare a pieselor instalaţiei la „ieşire"), trebuie obţinut un rezultat precis (construcţia sistemului de mecanisme care să asigure mişcările pieselor).

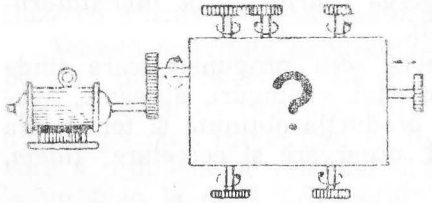


Fig. 1

Rezolvarea acestei probleme va consta în: găsirea principiului de acţionare a dispozitivului (de pildă, mecanismele de transmisie şi transformare a mişcării de rotire aplicabile aici, modul lor de îmbinare şi interacţiunea dintre ele, dispunerea lor ş.a.m.d.); efectuarea calculelor necesare (de pildă, calcularea raporturilor de transmisie etc.); alegerea variantei celei mai simple şi economice de rezolvare a problemei, dacă există cîteva variante (de pildă, transmisiile care trebuie alese: prin curele, prin roţi dinţate etc.).

* „Cutia-problemă" („*Problem Box*", „*Problemnîi iascik*"): model experimental conceput pentru studiul învăţării prin rezolvarea unor probleme, aplicat iniţial în psihologia animală (E. L. Thorndicke, *Animal intelligence*, 1898), adaptat şi extins ulterior la studiul proceselor gîndirii implicate de descoperirea bruscă a soluţiei. O prezentare detaliată a acestui model, a tipurilor de experimente şi a rezultatelor diverselor cercetări, se găseşte în lucrarea lui R. E. Hilgard şi G. M. Bower, *Teoriile învăţării*, Bucureşti, E.D.P., 1974. (*Nota* trad.).

Aici se impune întrebarea: „Ce au comun şi prin ce se deosebesc problemele de proiectare-construcţie caracteristice activităţii profesionale şi problemele constructiv-tehnice folosite de psihologi în scopul studierii nivelului de dezvoltare a activităţii de construcţie tehnică şi a legităţilor desfăşurării acesteia, ca şi în scopul formării activităţii respective?"

În primul rînd, trebuie să arătăm că la baza tuturor acestor probleme se află acelaşi model (cutia-problemă). Deosebirile rezultă din faptul că problema constructiv-tehnică este destinată studierii activităţii omului, servind şi scopurilor formării acestuia. În consecinţă, problemele constructiv-tehnice sînt folosite, în majoritatea cazurilor, ca probleme didactice, spre deosebire de cele profesionale, care îşi propun drept scop rezolvarea unor probleme de producţie. Cu alte cuvinte, problema constructiv-tehnică reprezintă una dintre cele mai importante forme de transpunere didactică a problemelor profesionale de proiectare-construcţie.

Care sînt, aşadar, trăsăturile distinctive ale problemelor constructiv-tehnice?

1. Rezolvarea acestor probleme nu vizează, de regulă, obţinerea unui rezultat obiectiv nou. Nu se tinde la crearea unei maşini noi sau a unui dispozitiv nou. Totuşi, este foarte important să subliniem că, din punct de vedere psihologic, cerinţele pe care le prezintă acest gen de probleme faţă de activitatea de rezolvare nu sînt cu nimic mai simple decît cele care-i sînt impuse constructorului de o problemă de proiectare-construcţie. În fapt, sarcina didactică se poate îmbina chiar cu o sarcină de invenţie dacă elevul care rezolvă o problemă constructiv-tehnică ajunge pentru prima oară la elaborarea unei idei de construcţie sau la principiul de funcţionare a unui dispozitiv, care prezintă noutate pentru el. Aici se produce de fapt o anumită descoperire, care, în mod obiectiv, nu are valoare socială. Ea este „o descoperire pentru sine". Cu toate acestea, calea către o descoperire pentru sine poate fi, din punct de vedere psihologic, tot atît de dificilă (firească, în situaţii suficient de complicate) ca şi calea pe care o urmează constructorul autentic.[2]

2. Din motive lesne de înţeles (insuficienţa cunoştinţelor, a experienţei ş.a.), problemele constructiv-tehnice nu presupun întotdeauna, în procesul rezolvării lor, efectuarea unor calcule complexe sau necesitatea de a supune construcţia unei analize ingine-

[2] În cazuri excepţionale, poate avea loc şi rezolvarea unor probleme reale de inventivitate şi construcţie (de pildă, în cercurile tehnice speciale ale şcolii sau la staţiunile tehnice pentru copii).

rești (vezi cel de-al doilea element în schema examinată mai sus). Centrul de greutate al căutării rezidă în găsirea ideii însăși a construcției, asociată în unele cazuri cu niște calcule relativ simple.

3. În alegerea soluției optime (a se vedea a treia componentă a schemei), nu toți factorii de natură economică și tehnologică au o valoare decisivă. Acest lucru este de înțeles. Un model al unei mașini poate fi confecționat și din carton, lemn, materiale sintetice, ceea ce în cazul obiectelor naturale respective apare ca necorespunzător. Modelul poate fi elaborat fără luarea în considerare a factorului economic. Situații de acest fel au loc, de exemplu, întotdeauna cînd același ansamblu poate fi mecanic, electromecanic, hidraulic sau de alt tip (să admitem că mai potrivită și economic avantajoasă este alegerea unei instalații electromecanice). Totuși, în scopuri didactice este mai important pentru noi, în cazul de față, ca elevii, sub îndrumarea noastră, să aleagă doar varianta instalației mecanice.

4. Multe probleme constructiv-tehnice adresează rezolvitorului cerințe care impun nu numai găsirea ideii de construcție, ci și necesitatea de a o transpune în practică, într-un obiect sau model real, în timp ce constructorul profesionist se limitează adesea numai la elaborarea documentației tehnice într-o formă grafică și verbală. Firește că, într-o serie de cazuri, se confecționează și modelul sau chiar o mostră experimentală, dar lucrul acesta nu-l execută constructorul. În procesul rezolvării unei probleme constructiv-tehnice, modelul sau obiectul este confecționat chiar de către elevi.

5. În această privință, rezolvarea problemei constructiv-tehnice poate urmări, pe lîngă scopurile sale fundamentale, o serie de scopuri complementare, cum este însușirea de către elevi a unor priceperi și deprinderi tehnologice. Tocmai de aceea numeroase piese ale construcției sînt confecționate de elevi. În orice caz, toate operațiile de asamblare și montaj le execută elevii.

6. Numeroase sînt problemele constructiv-tehnice pe care le execută unul și același elev, de la început pînă la sfîrșit, de la apariția ideii pînă la transpunerea, la realizarea ei în obiect. Problemele de proiectare-construcție sînt soluționate de cele mai multe ori în colectiv, unde rolul fiecărui membru este destul de precis delimitat.[3]

În activitatea practică și în cercetările despre care vom vorbi mai tîrziu, sînt folosite variate tipuri de probleme constructiv-tehnice.

[3] Bineînțeles, este utilă și construirea colectivă de către elevi, mai ales atunci cînd funcția de membru al „biroului de construcții" revine prin rotație fiecărui participant la construcție.

Pentru aceste probleme, noi am propus o clasificare bazată pe ideea de scop general al activității tehnico-constructive: Ce trebuie să obținem ca efect al rezolvării problemei? Aici, sînt posibile cel puțin patru situații. În primul rînd, adesea, este necesară simpla recreare a obiectului, după un model. Într-o astfel de activitate, noutatea produsului lipsește. În al doilea rînd, într-o serie de cazuri, devine necesară finalizarea unei activități, începută de altcineva. Noutatea produsului, luat în ansamblu, de asemenea nu este însemnată, dar, în unele etape ale finisării lui, poate fi nevoie de soluții originale. În al treilea rînd, produsul activității este adeseori oferit ca atare, sarcina constînd în transformarea lui, în modificarea sau restructurarea lui. În al patrulea rînd, trebuie creat un produs nou și original pentru subiect.

Analiza celor patru situații relevă că prima se deosebește în mod esențial de toate celelalte. În primul caz, rezolvînd o problemă constructiv-tehnică, subiectul nu obține un produs nou pentru sine, în timp ce în celelalte trei, ca rezultat al activității apare un produs parțial nou sau complet nou.

De aici, ajungem lesne la concluzia că mecanismul psihologic al rezolvării nu este deloc același în cele patru situații, relația dintre activitatea reproductivă și productivă fiind diferită.

În concordanță cu scopurile activității de rezolvare a problemelor noastre putem distinge patru tipuri fundamentale de probleme. Pentru accesibilitate, vom ilustra fiecare tip prin cîte o problemă-exemplu, cu ajutorul cutiei-problemă.

Sarcinile de modelare reprezintă o formă elementară a problemelor constructiv-tehnice. În procesul modelării, obiectul care trebuie realizat este copiat, de regulă, după un obiect cunoscut sau este reprodus pe baza unui desen după natură, desen tehnic, schiță sau schemă.

Problemă: „Se dă o schemă (fig. 2) și un set de piese. Se cere montarea mecanismului conform schemei".

Montajul după un model natural reprezintă cazul cel mai elementar.

Totuși, nu trebuie să considerăm că în această situație are loc

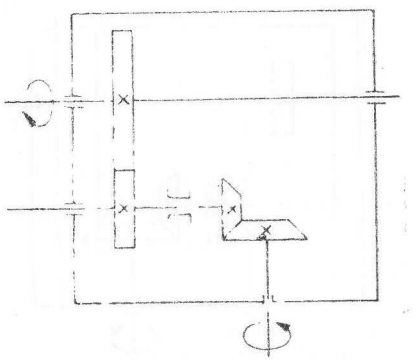


Fig. 2

o activitate pur reproductivă. Procesul modelării implică etape cu caracter creativ care îl apropie de o autentică activitate de construcţie.

De fapt, cînd elevul lucrează după un desen tehnic sau după o schemă, lui i se cere un important efort intelectual pentru transpunerea „în natură" a desenului sau schemei. El trebuie să-şi reprezinte obiectul concret în diversitatea aspectelor sale, pe care desenul tehnic şi mai ales schema nu o oferă. Pe de altă parte, activitatea trebuie planificată concret, iar rezultatele diferitelor operaţii trebuie puse de acord cu reprezentarea rezultatului final. În acelaşi timp trebuie avute în vedere particularităţile constructive ale pieselor şi materialului etc. Toate acestea reclamă, la rîndul lor, aplicarea cunoştinţelor în condiţii noi, neobişnuite.

Rezolvarea problemelor care solicită completarea unei construcţii presupune adăugirea şi finisarea părţii care lipseşte dintr-un ansamblu tehnic.

Problemă: „Se dă un mecanism (fig.3). Schema nu este anexată. Unul dintre elementele mecanismului lipseşte. El trebuie introdus în construcţie pentru ca mecanismul să poată fi pus în funcţiune".

Aceeaşi problemă poate fi rezolvată şi în plan strict schematic, fără o asamblare reală.

Problema se rezolvă prin introducerea unei roţi dinţate în dispozitiv (vezi fig. 2).

Problemele de acest tip prezintă diferite grade de dificultate. În unele cazuri, construirea părţii care lipseşte poate constitui o operaţiune simplă, deoarece întreaga „logică a construcţiei" dictează parcă unica soluţie necesară. În alte cazuri, îndeosebi cînd „lacuna" ocupă un loc important în structura construcţiei, iar în spatele ei se află un întreg subansamblu, rezolvarea problemei poate provoca dificultăţi serioase. Acestea sînt uneori amplificate şi de faptul că verigile absente pot fi construite în mod diferit (prin folosirea unor mijloace tehnice şi a unor principii de funcţionare diferite, deşi ele asigură acelaşi efect).

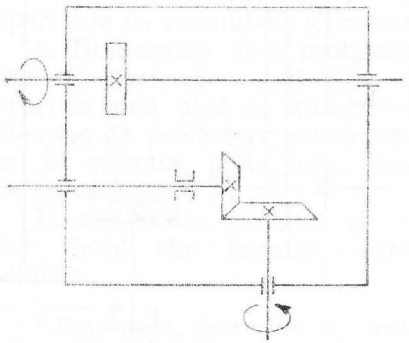


Fig. 3

Aşadar, acest tip de probleme presupune includerea unor elemente de creativitate în procesul activităţii.

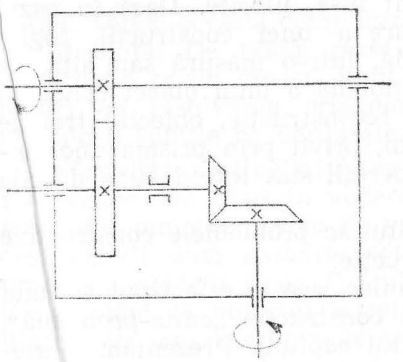


Fig. 4

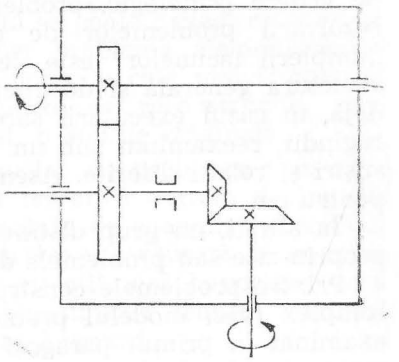


Fig. 5

Un alt tip de probleme constructiv-tehnice îl formează problemele de reconstruire. Acestea se disting prin cerinţa ca în procesul rezolvării să fie operate modificări de construcţie la o instalaţie tehnică (cu respectarea condiţiilor specificate), astfel încît să se obţină o transformare a principiului de acţiune şi a caracterului funcţionării instalaţiei în ansamblu sau a unora dintre subansamblurile sale.

Ultimele două tipuri de probleme sînt foarte răspîndite în tehnică şi în producţie. Perfecţionarea maşinilor şi a mecanismelor reclamă adesea rezolvarea unor probleme aparţinînd tocmai tipurilor respective.

Problemă: „Se dă un mecanism sau schema acestuia (fig. 4); se cere ca din aceleaşi elemente să fie creat un mecanism nou care să aibă un alt număr de turaţii".

Prima variantă de rezolvare se obţine prin înlocuirea funcţiei axelor: axul motor prin axul acţionat şi invers (fig. 5).

Varianta a doua de rezolvare se poate obţine dacă înlocuim funcţiile roţilor dinţate în cuplul cilindric: axul motor cu axul acţionat şi invers (fig. 6).

Privite din afară, aceste probleme seamănă cu cele de tipul anterior. Şi acolo, şi aici se cer unele rezolvări parţiale. Din punct

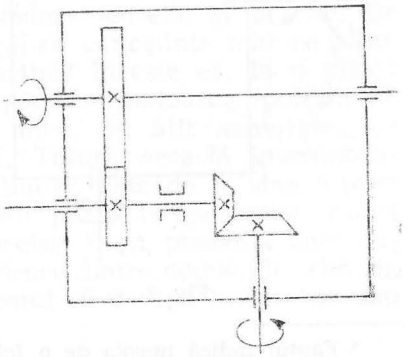


Fig. 6

de vedere psihologic, problemele sînt însă diferite. Dacă în cazul rezolvării problemelor de completare a unei construcţii, logica „umplerii lacunelor" este determinată, într-o măsură sau alta, de structura generală şi destinaţia funcţională a unui obiect conceput deja, în cazul executării sarcinii de reconstrucţie, obiectul trebuie regîndit, reexaminat sub un alt unghi, privit prin prisma unor însuşiri şi relaţii diferite. Asemenea operaţii sînt întotdeauna dificile pentru om.

În sfîrşit, un grup distinct îl alcătuiesc problemele constructive propriu-zise sau problemele de construcţie.

Printre problemele constructiv-tehnice, acesta este tipul cel mai complex (vezi modelul problemei de construcţie „cutia-problemă", examinat în primul paragraf al acestui capitol). Prezentăm o asemenea problemă, dar cu un conţinut tehnic mai concret.

Problemă: „Folosind un set suplimentar de piese, trebuie creat un mecanism (prin construcţie efectivă sau în schemă) care să satisfacă următoarea cerinţă: să asigure transmisia rotaţiei de pe axul 1 pe axul 2 (fig. 7), cu raportul de transmisie i = 10".[4]

Rezolvarea problemei este prezentată în figura 8.

Acest tip de probleme se caracterizează, pe de o parte, printr-o serie de indici specifici unei sarcini profesionale de construcţie; pe de altă parte, fapt care nu trebuie uitat, se deosebeşte de o atare sarcină prin toate atributele proprii, în genere, unei probleme constructiv-tehnice.

Tipurile de probleme expuse au fost descrise în ordinea complexităţii progresive. Complexitatea lor crescîndă rezultă din sporirea exigenţelor faţă de activitatea gîndirii productive şi a imagi-

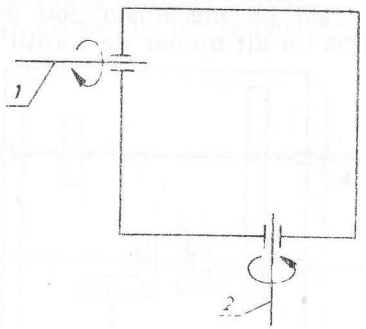


Fig. 7

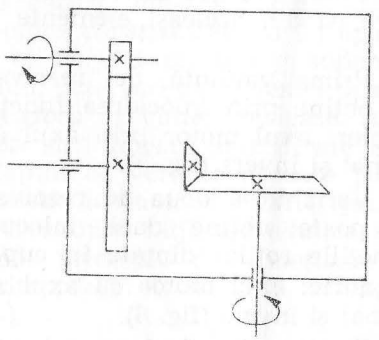


Fig. 8

[4] Faptul indică nevoia de a folosi o transmisie dublă, bietajată; distanţa dintre axe exclude folosirea transmisiei prin curele sau prin angrenaj.

naţiei. Totuşi această complicare treptată se poate dovedi relativă, şi nu absolută. De pildă, rezolvarea unei probleme elementare de construcţie poate deveni unul dintre lucrurile cele mai simple în raport cu rezolvarea problemei complexe de reconstrucţie, care impune o soluţie ce depăşeşte şablonul, o soluţie originală.

În analiza particularităţilor şi genurilor de probleme constructiv-tehnice, am avut în vedere o teză teoretică extrem de importantă din punctul nostru de vedere: înainte de a analiza specificul desfăşurării unei anumite activităţi, trebuie conturată o imagine precisă a obiectului ei. Faptul devine cu atît mai important dacă îl raportăm la obiectul activităţii de construcţie tehnică — unul dintre cele mai complexe genuri de muncă umană.

2. PSIHOLOGIA REZOLVĂRII PROBLEMELOR CONSTRUCTIV-TEHNICE ŞI STADIUL ELABORĂRII EI

Scopul principal al cercetărilor în acest domeniu al psihologiei constă în descrierea procesului activităţii de construcţie tehnică, ale cărei caracteristici tipice se manifestă în cursul rezolvării problemelor. Nu mai puţin importantă este şi relevarea particularităţilor individuale, precum şi clarificarea relaţiei cu vîrsta a capacităţilor umane implicate în rezolvarea competentă a acestor probleme.

Un aspect special îl constituie analiza diferitelor modalităţi de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice de către elevi şi stabilirea modalităţilor de formare eficientă a activităţii de construcţie tehnică.

În legătură cu toate aceste probleme centrale apar o serie de întrebări importante din punct de vedere teoretic şi practic. De pildă, în ce măsură prezenţa unui bagaj de cunoştinţe tehnice poate înlesni sau îngreuia procesul construcţiei? Firesc că, la o primă examinare, perfect raţională poate apărea următoarea ipoteză: cu cît bagajul de cunoştinţe este mai mare, cu atît activitatea de construire se realizează mai eficient. Totuşi, această interdependenţă se manifestă doar în anumite limite. Este de la sine înţeles că o maşină sau o instalaţie nouă nu poate fi concepută atunci cînd cunoştinţele tehnice lipsesc. În acelaşi timp, prezenţa unor cunoştinţe realmente enciclopedice, în oricare dintre domeniile tehnicii, nu reprezintă în sine o condiţie ca omul să devină inventator sau constructor.[5]

[5] De înţelegerea acestui fapt s-a apropiat încă Ribot (1910).

Care este structura psihologică a activității constructiv-tehnice în ansamblu și în ce anume constau particularitățile desfășurării ei? Aici urmează să ne ocupăm de rolul pe care îl deține fiecare dintre componentele activității de construcție tehnică. În speță: componenta intelectuală poate fi oare considerată drept unic factor determinant al procesului rezolvării problemei de construcție tehnică? Sau poate că în cazul acesta un rol activ îi revine și componentei practice?

Latura practică a rezolvării unei probleme constructiv-tehnice este privită, adesea, ca fiind pur executivă (îndeosebi în practica pedagogică). Dar, în cursul rezolvării problemei, nivelul de complexitate al activității practice poate diferi substanțial, făcînd ca, în structura generală a activității, rolul laturii practice să nu poată fi redus doar la realizarea planului conceptual, elaborat pentru rezolvarea problemei constructiv-tehnice. În sfîrșit, se impune și sarcina de a defini rolul și locul componentei figurative în activitatea constructiv-tehnică. Nu este nevoie să fie demonstrată valoarea diverselor tipuri de figurări — desen tehnic, schemă etc. — în cursul rezolvării unei probleme constructiv-tehnice, ele apărînd atît ca stimul, la începutul rezolvării, cît și ca rezultat al acesteia.

Dimpotrivă, urmează să lămurim rolul reprezentărilor spațiale în diferitele etape ale rezolvării problemei, ca și în structura activității de ansamblu.

În cercetarea procesului propriu-zis al rezolvării problemei constructiv-tehnice, trebuie să studiem în ce constau particularitățile activității de explorare și care sînt elementele de direcționare a căutării în diferitele etape ale executării sarcinii.

De un deosebit interes este evidențierea modalităților de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice, așa cum se cristalizează ele la nivel individual. Pe de altă parte, devine importantă și relevarea formelor tipice sub care acestea sînt prezente la grupuri umane mai numeroase.

Investigarea acestor aspecte îl va ajuta pe profesor să găsească procedeele cele mai eficiente pentru a dezvolta, la elevi, activitatea de construcție tehnică. O problemă constructiv-tehnică este înainte de toate o sarcină de natură problematică. De aceea și instruirea trebuie orientată spre rezolvarea unor sarcini cu caracter problematic, astfel încît elevii să poată stăpîni procedeele de a le rezolva în mod independent.

Se pune însă întrebarea: în ce fel experiența dobîndită de elevi în materie de construcție are o influență asupra rezolvării altor probleme constructiv-tehnice? Se realizează oare un transfer

al modalităților de rezolvare asupra altor probleme? În ce măsură transferul pozitiv al acestor modalități depinde de căile și procedeele de instruire?

În această privință este indiscutabilă importanța cercetării procesului de rezolvare la nivel profesional a problemelor de proiectare-construcție. Problemele cu care se confruntă studiul activității constructiv-tehnice a elevilor își păstrează, în genere, sensul și în cazul cercetării activității de construcție a profesioniștilor. De un real folos devine și cunoașterea specificității calităților intelectuale semnificative pentru activitatea profesională a inginerului constructor. Răspunsul la aceste chestiuni îi poate oferi profesorului un sprijin efectiv în opera de modelare eficientă a activității constructiv-tehnice a elevilor și în asimilarea de către ei a priceperilor și deprinderilor de a construi.

Mai trebuie subliniat faptul că în cercetările privind activitatea de construcție tehnică nu toate problemele sînt soluționate în mod egal. Dacă unele dintre acestea au fost supuse unei investigații experimentale și analizei teoretice mai mult sau mai puțin minuțioase, în schimb, în cazul altora se poate afirma că au fost trasate doar căile de abordare în vederea rezolvării lor. Există și categoria problemelor care abia au fost puse. În scop informativ, ca și pentru a semnala necesitatea unor elaborări de perspectivă, în acest sens, în expunerea noastră asupra bibliografiei, ne vom referi la o serie de probleme care se află în diferite stadii de elaborare.

S-au conturat trei direcții de cercetare a particularităților activității constructiv-tehnice: 1) studiul istoriei celor mai remarcabile invenții tehnice și al rezultatelor muncii de construcție inginerească; 2) investigarea considerațiilor emise de constructori și inventatori asupra specificului creației tehnice; 3) studiul experimental al construcției tehnice și modelării.

Una dintre primele încercări de studiere a problemelor psihologice ale creației tehnice o constituie cercetarea efectuată de T. Ribot. El a identificat patru stadii sau etape, în activitatea inventatorilor și a constructorilor: „încolțirea ideii, relevarea ei, iluminarea și modelarea definitivă" (a construcției, *T.K.*).

Din păcate, în lucrarea lui T. Ribot lipsește o caracterizare psihologică detaliată a fiecăreia dintre etapele menționate. Este interesant de notat că N. P. Medvedev, cercetător în domeniul creației literare, critică factura abstractă a schemei lui Ribot, socotind-o o „schemă general valabilă pentru orice act de gîndire" (1960, p. 10).

Foarte aproape de poziția lui Ribot se situează P. K. Engelmayer (1911). Acest autor distinge următoarele trei etape în creația

tehnică a inginerului constructor și a inovatorului: 1) apariția ideii de dispozitiv tehnic și continua aprofundare a conceperii și evaluării ei conștiente; 2) elaborarea planului viitoarei invenții; 3) stadiul realizării practice a acestui plan.

Rossman (1931) oferă următoarea schemă a procesului creativ al inventatorului: 1) sesizarea unor necesități sau dificultăți; 2) analiza acestora; 3) inventarierea realizărilor în domeniul respectiv; 4) stabilirea tuturor soluțiilor posibile; 5) analiza lor critică; 6) apariția ideii originale; 7) confirmarea ei experimentală și finalizarea.

Schema lui Rossman este criticată într-un mod cît se poate de spiritual, de G. S. Altschuller[6].

„În vremea sa, Iulius Cezar, cucerind Bithinia, transmitea știrea victoriei la Roma prin trei cuvinte: „Am venit, am văzut, am învins". Imaginați-vă acum că, întemeindu-se pe acest fapt istoric, cineva ar expune principiile artei militare în felul următor: „Prima fază — am venit. Faza a doua — am văzut. Faza a treia — am învins...".

Cam așa ne apare și schema lui Rossman: în ea, pur și simplu, se enumeră, în ordine cronologică, principalele etape de lucru la o invenție. Descrierea este strict exterioară: se pun pe același plan procese fundamental deosebite, ca examinarea unor informații și nașterea ideii invenției. Obținerea informației se poate face în bibliotecă, unde totul este simplu și clar. Dar cum faci ca ideea „să se nască" și mai ales să fie pertinentă și viguroasă? Rossman n-a putut răspunde la această întrebare, iar tehnologia invenției a rămas nedezvăluită" (1969, 31).

Deși necruțătoare, această critică este, în genere, justificată. Totuși, autorul ei nu are dreptate în întregime cînd afirmă că asemenea scheme nu ne oferă nimic. Este evident faptul că ele permit o orientare inițială în sfera proceselor de creație, ajutînd la descrierea mai detaliată a acestora. Nu este însă mai puțin adevărat că cercetările de acest gen nu contribuie la relevarea legităților psihice interne ale procesului creației și cu atît mai mult la dezvoltarea activă a activității de creație.

P. M. Iakobson, în una din lucrările sale de început (1934), a examinat critic stadiile deja cunoscute ale procesului de invenție (de creație tehnică), oferind o schemă proprie a acestui proces: 1) perioada mobilizării ideativ-creative; 2) descoperirea necesității;

[6] Autor al unei metode originale de învățare a inventivității, Altschuller este el însuși un inventator. Asupra lucrării sale ne vom opri mai departe.

3) nașterea ideii-problemă; 4) căutarea de soluții; 5) depistarea principiului invenției; 6) convertirea principiului în schemă; 7) transpunerea tehnică și realizarea invenției.

Această schemă se deosebește de cea a lui Rossman, printr-o preocupare mai mare pentru diferențierea momentelor, deși, în general, acestea au multe aspecte comune.

În schema lui P. M. Iakobson se distinge o etapă de căutare a soluțiilor, ceea ce este foarte important, întrucît, sub aspect psihologic, aceasta constituie o latură esențială a activității de invenție. În plus, autorul cercetării pune și problema creării unor metode științifice fundametale de rezolvare a problemelor de invenție.

S. M. Vasileiski (1950) propune o schemă mai amplă a activității inventive:

I. *Faza preliminară*

1. Conștientizarea necesității.
2. Dorința de a o satisface.
3. Formularea problemei de invenție.

II. *Faza centrală*

1. Căutarea de soluții.
2. Depistarea principiului rezolvării și transformarea lui în schemă.
3. Fundamentarea preliminară tehnico-științifică și economică a proiectului de invenție. Desenele schematice (schițele).
4. Realizarea preliminară materializată a proiectului (fie și sub forma unui model rudimentar).

III. *Faza finală*

1. Fundamentarea tehnică și economică, mai mult sau mai puțin detaliată, a proiectului.
2. Desenele de execuție.
3. Confecționarea, mai mult sau mai puțin finisată, a unui model experimental, iar apoi a modelului de producție al invenției.

Așadar, ne putem lesne convinge că, în perioada de timp relativ scurtă în care psihologii și-au manifestat interesul față de problema creativității și invenției tehnice, schema procesului creativ s-a complicat, s-a detaliat și s-a perfecționat logic. Faptul reflectă incontestabil o tot mai adîncă pătrundere în specificul activității inventatorului. Dar toate schemele de redare a etapelor procesului au suferit de un neajuns esențial: răspunzînd într-o oarecare măsură la întrebarea ce anume face inventatorul și constructorul și în ce

succesiune, ele au oferit în schimb prea puţin material pentru înţelegerea modului în care se realizează creaţia.

Înţelegînd acest lucru, firește că cercetătorii au recurs din ce în ce mai mult la descrierea detaliată a procesului de rezolvare a problemelor de construcţie şi invenţie. S-au conturat trei direcţii de cercetare: psihologică, tehnico-inginerească şi pedagogică. Delimitarea primelor două direcţii (uneori chiar şi a celei de a treia) este absolut convenţională. Ea atestă mai degrabă faptul că de elaborarea acelorași probleme s-au ocupat şi inginerii, şi psihologii, şi pedagogii.

Trebuie să remarcăm însă că cercetările psihologice asupra activităţii de construcţie şi invenţie sînt foarte puţine. Printre cele mai importante ar trebuit enumerate, în afara celor amintite mai sus, precum şi a lucrărilor lui A. Poincaré (1909), I. I. Lapşin (1922), M. I. Bloch (1920), A. S. Neceaev (1932), cercetările lui S. M. Vasileiski (1949; 1950; 1952; 1961; 1962) şi V. A. Morecente (deceniile 5—7), din care cauză lucrările lor sînt în bună măsură edificatoare.[7]

S. M. Vasileiski abordează o problemă extrem de vastă (mai sus am examinat un singur aspect al lucrării sale): „... efectuarea analizei psihologice a procesului creaţiei tehnice în tot ce are el mai specific" (1952, p. 4). Această problemă complexă se subdivide în următoarele subprobleme, devenite obiect al cercetărilor sale: care sînt trăsăturile fundamentale ale inventivităţii, în ce constă motivaţia activităţii creative şi care sînt etapele sale principale[8], care este rolul „construcţiei intelectuale, grafice şi obiectual-manipulative" (*idem*). În acest cadru, se pune problema studierii specificului observaţiei şi memorării, al cunoaşterii şi imitării, al gîndirii şi imaginaţiei, al emoţiei şi voinţei.

În mod special este relevată problema rolului întîmplării în munca de invenţie, este interesant abordată problema erorilor de invenţie. Chiar la o primă analiză, se constată că toată această problematică este prin sine deosebit de importantă. Totuşi, pare îndoielnică posibilitatea de a o realiza într-o singură lucrare cu caracter de sinteză, dacă avem în vedere cantitatea redusă de date acumulate în acest domeniu, precum şi tradiţia modestă a cercetărilor psihologice consacrate invenţiei şi construcţiei.

S. M. Vasileiski aplică în activitatea sa un întreg complex de metode. Autorul se numără printre primii care susţin, în princi-

[7] În afară de aceasta, lucrările lor nu au fost niciodată publicate în întregime şi aproape că nu au fost analizate.

[8] Noi le-am examinat mai sus.

piu, posibilitatea experimentului în domeniul studierii procesului rezolvării problemelor de construcţie tehnică.

Din punctul nostru de vedere, prezintă un deosebit interes analiza diferitelor moduri (forme) de construcţie: intelectuală, grafică şi obiectual-manipulativă (potrivit terminologiei autorului). Realmente, toate aceste metode ale activităţii de proiectare-construcţie, de invenţie şi construcţie tehnică sînt extrem de importante. Mai mult, ele de fapt alcătuiesc însăşi esenţa acestei activităţi. Totuşi, noi nu le vom putea examina ca fiind situate în acelaşi plan şi cu atît mai mult nu le vom opune. Este justificat să amintim că S. M. Vasileiski emite într-o serie de cazuri ipoteze interesante cu privire la interacţiunea şi interrelaţia dintre aceste metode. De pildă, analizînd „construcţia obiectual-manipulativă", el remarcă, pe bună dreptate, că în unele cazuri aceasta se poate realiza procedînd prin încercare şi eroare; în alte cazuri, „construcţia obiectual-manipulativă fie că se îmbină cu reflecţia, stimulînd naşterea ideii, fie că este consecutivă acestor reflecţii". După cele arătate mai sus, urmează însă o concluzie întrucîtva echivocă: „O asemenea construcţie se sprijină pe gîndirea intuitiv-acţională" (*idem*, p. 27).

Construcţia nu poate fi privită numai prin prisma încorporării unor elemente de gîndire intuitiv-acţională. Aici este vorba de faptul că gîndirea se transpune în acţiune, iar acţiunea în idee.

O parte interesantă a lucrării este consacrată studierii erorilor inventatorului. S. M. Vasileiski analizează 20 de tipuri de diverse erori ale inventivităţii. Evident că nu toate erorile au aceeaşi importanţă pentru procesul de rezolvare a unei probleme constructiv-tehnice. De aceea, le vom aminti numai pe cele care au o legătură directă cu acest proces.

Se pare că încă în prima etapă a procesului invenţiei poate interveni fie o formulare greşită a problemei, fie una prea generală şi vagă. În faza centrală a procesului prezintă interes erorile legate de neconcordanţa dintre teorie şi practică, exprimate „fie în tendinţa de a gîndi problema exhaustiv, pînă la capăt, şi numai după aceea de a o finaliza practic, fie în tendinţa de a găsi soluţia tehnică la întîmplare, pe nimerite, fără conceptualizarea cerinţelor" (*idem*, p. 28). Rezultă, aşadar, că în cazul rezolvării unor probleme de invenţie nu se poate avansa decît concomitent: şi teoretic (raţional), şi practic (acţional). Alte erori sînt generate de ideile preconcepute şi de „urmele false", cînd inventatorul confundă căile noi cu cele parcurse anterior. Sînt interesante, de asemenea, erorile situaţionale, determinate de împrejurări practice fără ieşire. Deşi în mod izolat şi negativ, asemenea erori caracterizează,

după părerea noastră, unele trăsături esențiale ale activității de invenție și construcție tehnică.

Un mod diferit de a aborda problemele de construcție tehnică îl întîlnim în cercetările originale ale lui V. A. Moleako (1966, b, c), realizate în ultima vreme[9] și care se ocupă de psihologia conceperii constructive. Autorul menționează două căi de apariție a ideii constructive.

În cazul celei dintîi, ideea constructivă apare și se dezvoltă în felul următor: 1) sînt analizate condițiile problemei; 2) pe această bază are loc sinteza preliminară a viitoarei structuri; 3) structura preliminară este comparată cu altele; 4) se depistează structurile adecvate; 5) structura concepută este transpusă într-un context nou, cu reconstrucția corespunzătoare; 6) formularea definitivă a ideii, pe baza recombinării părților și pieselor construcției.

Ideea se constituie altfel cînd formarea ei urmează o cale funcțională: 1) este analizată condiția problemei; 2) se stabilesc funcțiile viitoarei construcții: căutarea deliberată a unui mecanism care să posede funcțiile dorite; 3) mecanismul este transpus în contextul noii condiții; 4) reconstruirea mecanismului impus de condiție, în scopul aplicării funcției găsite; 5) formularea definitivă a ideii.

În 42% din cazuri s-a observat o cale combinată.

Avem aici o caracterizare absolut concretă a apariției și prelucrării ideii constructive — una dintre cele mai complexe etape ale procesului de creație.

Care este însă calea optimă de construcție? Analiza calitativă a materialului prezentat de autor nu ne oferă motive să preferăm vreuna dintre ele. Mai bună pare a fi totuși calea combinată, cînd atît particularitățile structurale, cît și cele funcționale ale viitoarei construcții sînt avute în vedere în mod egal.

V. A. Moleako acordă o atenție deosebită rolului analogiei (considerînd-o chiar determinantă) în formarea ideii constructive. El privește analogia „ca rezultat al stabilirii asemănărilor dintre construcții sau dintre elementele acestora și ca procedură (strategie) mintală specifică, orientată spre modificarea unei construcții după modelul unei alte construcții" (*idem*, p. 10).

Este de înțeles că utilizarea analogiilor nu dobîndește în mod întîmplător, la V. A. Moleako, calitatea de legitate esențială a formării ideii constructive. În rezolvarea unor probleme noi, rolul analogiilor este considerabil. Asupra acestui fapt au stăruit numeroși oameni de știință (îndeosebi G. Polya, 1957; 1961; el subliniază însemnătatea analogiei în alegerea căii de rezolvare a unei probleme de matematică). Este interesantă distingerea „analogiilor structurale", care apar, în principal, sub forma imaginilor vizuale, și a „analogiilor funcționale", manifestate sub formă noțională.

[9] Este una dintre puținele lucrări consacrate activității constructive propriu-zise.

Pe baza analizei unui bogat material experimental (500 de experimente cu 50 de ingineri constructori), V. A. Moleako ajunge la concluzia că „evoluția ideii pînă la strategia de rezolvare a problemei se produce ca efect al unei complicate interacțiuni dinamice între imagini și cuvinte" (*idem*, b, 16).

Remarcam mai înainte că procesul de proiectare și construcție tehnică (amintim că deocamdată este vorba despre aspectul profesional al acestei activități) a devenit, de cîtva timp, obiect de analiză pentru ingineri și tehnicieni (G. S. Altschuller, 1961; 1964; 1969; D. K. Kiselev, 1960; V. M. Muhaciov, 1964; G. Rabinov, 1966 ș.a.). Printre lucrările care conturează noua orientare a cercetărilor de psihologie inginerească se disting cele ale lui G. Dickson (1969), G. S. Altschuller (1969), W. Woodson și D. Konnover (1968).

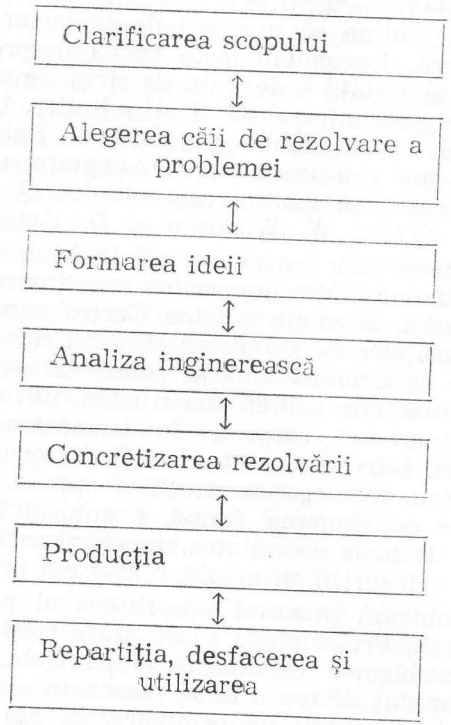
Extrem de interesantă, cartea lui G. Dickson (1969) este consacrată examinării activității inginerilor constructori și a personalului care elaborează sistemele tehnice. Cartea supune unei analize minuțioase trei grupuri de probleme. Primul, în care autorul include problemele de inventivitate, se referă la caracteristicile procesului creativ de căutare a ideii construcției. Cel de-al doilea, privește analiza inginerească, respectiv fundamentarea principiului fizic al construcției, calculele ei etc. În sfîrșit, grupul al treilea de probleme este legat de alegerea soluțiilor optime. Întreaga lucrare este pătrunsă de convingerea fermă a autorului privind posibilitatea și înainte de toate necesitatea cercetării activității inginerești de proiectare și a însușirii principiilor acesteia prin învățare.

Autorul examinează procesul propriu-zis al proiectării și construcției inginerești. Prima etapă a activității constructorului constă în clarificarea problemei. În această etapă trebuie realizată definirea clară a scopului. Etapa a doua constă în stabilirea problemei concrete și în alegerea căii de rezolvare. În cea de-a treia etapă (etapă principală) se elaborează o idee nouă de construcție sau una veche, dar aplicată într-un mod nou. Etapa a patra constă în analiza inginerească a ideii adoptate. Ea obligă la construirea modelului (în „variantă pe hîrtie" sau în natură).

Etapa a cincea poartă denumirea de concretizarea rezolvării. Dacă înainte se punea problema: „Cum va funcționa instalația?", acum se naște o altă întrebare: „Cum trebuie realizat acest lucru?" În această etapă, după cît se pare, trebuie avute în vedere particu-

larităţile producţiei concrete, ale desfacerii şi folosirii ei. În ansamblu, procesul poate fi imaginat sub forma schemei care urmează.

Săgeţile cu dublu sens arată că procesul proiectării inginereşti nu poate consta din treceri riguros succesive de la o etapă la alta. În realitate, mişcarea procesului se poate face atît înainte, cît şi înapoi. De asemenea, este posibilă desfăşurarea în mod repetat a unor anumite etape.



Din punctul nostru de vedere, această reversibilitate a procesului de construcţie îi dezvăluie cît se poate de corect nota sa specifică. În fapt, procesul rezolvării problemei de construcţie nu se reglează numai printr-un plan de acţiune elaborat mintal în prealabil, ci şi prin fiecare rezultat concret şi imediat al activităţii constructive. Reprezentările psihologice cu privire la un program de acţiuni practice (în sensul larg al termenului), conceput anticipat, se pot dovedi aici neconsistente.

G. Dickson propune chiar un model de proiectare inginerească. Avem o acţiune programată la „intrare" şi trebuie să căutăm sistemul care va produce o „ieşire" bine definită.

Extrem de interesantă este compararea celor trei etape principale ale procesului de construcţie: inventivitatea (potrivit terminologiei autorului), analiza inginerească şi adoptarea soluţiei. În cazul proiectării inginereşti, constructorul trebuie să rezolve două sarcini centrale. În primul rînd, să găsească ideea rezolvării (metoda, schema), iar în al doilea rînd, să analizeze sub aspect cantitativ această idee (metodă, schemă).

Prima problemă ţine de cercetare, este de natură creativă şi inovativă. Rezolvarea ei presupune, pe lîngă stăpînirea unui anumit bagaj de cunoştinţe, priceperea de a combina elemente diferite, exprimînd o anume atitudine lipsită de prejudecăţi, precum şi originalitate în abordarea rezolvării problemei. Totodată, este necesară alegerea variantei optime de rezolvare, din mai multe posibile. Realizarea celei de-a doua probleme de proiectare (analiza cantitativă a schemei) presupune asimilarea unor cunoştinţe tehnice speciale şi a unor procedee matematice.

„Aceste două etape — subliniate probabil în mod justificat de către autor — sînt complet diferite prin specificul lor; de aceea, se înţelege că oamenii care pot duce cu îndemînare la bun sfîrşit problema primei etape, vor face faţă, în genere, dar nu în mod obligatoriu, şi problemei puse în etapa a doua" (*idem*, p. 23).

De aici, putem deduce faptul că însuşi procesul de rezolvare a problemei de proiectare şi construcţie este foarte neomogen. Examinat în ansamblu, acest proces este atît productiv, cît şi reproductiv. În cursul lui omul descoperă ceva nou, dar aplică totodată şi ceea ce îi este de mult cunoscut.

Aşadar, „inventivitatea, analiza inginerească şi adoptarea soluţiei reprezintă trei procese diferite ale activităţii intelectuale. Invenţia presupune obţinerea sau generarea unei serii de variante, analiza inginerească este studierea în detaliu a fiecăreia dintre variante, iar adoptarea soluţiei este alegerea uneia dintre variantele existente" (*idem*, p. 24).

Totuşi, modul de a înţelege inventivitatea, din păcate, nu ne poate satisface. El nu conţine nimic care să ne facă să avansăm în raport cu cercetările ce s-au efectuat pînă acum. După părerea autorului, inventivitatea este „capacitatea de a crea idei noi şi utile necesare rezolvării problemelor inginereşti" (*idem*, p. 27).

Potrivit dovezilor prezentate de autor, nu este prea mare nici aportul cercetării cu caracter testologic, desfăşurată în ultima vreme. În final, s-a constatat că nu există o relaţie semnificativă sta-

tistic între coeficientul de dezvoltare intelectuală *(Q.I.)* și inventivitate.

În ceea ce privește metodele de rezolvare a problemei de construcție, se disting pe de o parte erori tipice, iar pe de altă parte, procedee care contribuie la desfășurarea corectă a procesului. Aspectul cardinal în cazul erorilor constă în „inerția psihologică". Așa cum vom vedea mai departe cînd vom examina și alte lucrări, acest fapt este fundamental pentru înțelegerea esenței activității de proiectare-construcție și de construcție tehnică.

Prin termenul „inerție psihologică" (set) se înțelege predispoziția pentru o anumită metodă sau mod concret de gîndire în rezolvarea unei probleme. De regulă, inerția psihologică se caracterizează prin expresia „a merge pe un drum bătătorit". După cît se pare, aceasta este cea mai serioasă piedică în calea inventivității (*idem*, p. 36—37). Inerția psihologică este o consecință a experienței și instruirii. Fenomenul poate fi numit și fixație funcțională.

Inerția psihologică nu se înlătură prea ușor. Ce e drept, G. Dickson ne dă un sfat simplu: să avem mereu în vedere existența ei. Este totuși îndoielnic faptul că oricine îi citește cartea și posedă solide cunoștințe tehnice, avînd în vedere inerția psihologică, va deveni dintr-o dată un constructor perfect. Sînt necesare procedee care să zdruncine unilateralitatea modului de acțiune ales. Faptul în sine nu este nou. Să amintim poate doar una dintre sursele frecvente ale erorilor inventatorilor, pe care o indica încă S. M. Vasileiski. Este vorba despre „ideile preconcepute care decurg din experiența tradițională" (1952, p. 29). Din punctul nostru de vedere, însă, perspicacitatea lui G. Dickson s-a relevat în faptul că el tratează această eroare, pe de o parte, ca fiind cea mai serioasă barieră a inventivității, iar pe de altă parte, ca o consecință a unui anumit mod de instruire.

Există procedee de invenție care permit depășirea inerției psihologice sau, mai exact, procedee ce orientează spre un stil corect de muncă în domeniul proiectării. Printre ele se numără și metoda „asaltului de idei" („brainstorming"), introdusă de Osborn (1957). Ea este convenabilă pentru că se poate aplica în rezolvarea problemelor foarte greu de formulat exact de la început și mai ales ale căror căi de rezolvare sînt greu de stabilit.

Un alt procedeu îl reprezintă inversia, respectiv capacitatea de a privi problema dintr-o perspectivă nouă. „A răsturna, a întoarce pe dos, a inversa locurile — iată cuvintele care caracterizează esența metodei inversiei, utilă în obținerea unor idei noi" (G. Dickson, 1969, p. 43). Și metoda analogiei poate folosi ca stimulator specific al ideilor noi. În opoziție, de pildă, cu cercetările lui V. A. Moleako (1966, c) sau Gordon (1961), G. Dickson tratează importanța ei cu superficialitate.

Încheind analiza asupra cărții lui G. Dickson, trebuie să subliniem că aceasta este una dintre puținele lucrări în care se face încercarea de a descifra procesul de proiectare în ansamblu: se analizează „inventivitatea" (mai exact, găsirea ideii de construcție), caracteristicile cantitative ale schemei, alegerea rezolvării optime. Autorul are dreptate cînd afirmă că psihologii au studiat foarte puțin aceste trei etape ale proiectării în interconexiunea lor. În activitatea reală a inginerului-constructor, componentele analitice se asociază în modul cel mai intim cu componentele de sinteză, cele productive cu cele reproductive, cele algoritmice cu componentele euristice.

Demne de o atenție deosebită sînt lucrările lui G. S. Altschuller — inginer și inventator (1961, 1964, 1969). Pozițiile lui G. Dickson și Altschuller se apropie atunci cînd ei susțin posibilitatea învățării activității de inventare. Într-una dintre lucrările sale (1969), G. S. Altschuller își expune „teoria asupra invenției", pe care ar fi mai corect să o denumim metodică a inventării. Autorul opune procedeele sale metodei încercărilor și erorilor, larg răspîndită, după părerea sa, printre inventatori. De una dintre formele perfecționării metodei încercărilor și erorilor el leagă și brainstorming-ul lui Osborn (1957).

Autorul consideră că nivelul scăzut al organizării inventivității duce la un consum inutil de energie și chiar la „întîrzierea" unor descoperiri. În același timp, analiza certificatelor de autor și a patentelor, executată de G. S. Altschuller, „arată că există cîteva zeci de principii generale aflate la baza majorității ideilor creative contemporane" (1969, p. 42—43).

Una dintre tezele fundamentale ale concepției lui G. S. Altschuller se referă la noțiunea de mașină ideală. „Mașina ideală", afirmă acesta, este un etalon convențional, cu următoarele particularități: greutatea, volumul și suprafața obiectului cu care mașina intră în acțiune (adică transportă, prelucrează etc.) coincid total sau aproximativ cu greutatea, volumul și suprafața mașinii propriu-zise" (*idem*, p. 58). În fiecare caz concret este nevoie ca inventatorul să-și compună o reprezentare de mașină ideală, care va determina și conduce procesul invenției în direcția corectă.

A doua teză fundamentală a concepției examinate se referă la noțiunea de contradicție tehnică. Condiția necesară pentru rezolvarea oricărei probleme de invenție constă în înlăturarea contra-

dicției tehnice evidente sau mascate. „Trebuie atins cutare rezultat" reprezintă doar jumătate din problemă; inventatorul este obligat să vadă și jumătatea cealaltă: „... a-l realiza, fără a pierde asta și asta" (*idem*, p. 75).

Pornind de la aceste două noțiuni („mașina ideală" și „contradicția tehnică"), G. S. Altschuller propune „un algoritm pentru rezolvarea problemelor de invenție — ARIZ" (*idem*, p. 79). De fapt, ARIZ nu este un algoritm, în sensul strict al cuvîntului. Este vorba mai degrabă de un program succesiv de acțiuni care conduce la atingerea scopului. ARIZ preconizează ca individul să parcurgă în activitatea sa cîteva stadii: 1) etapa alegerii problemei; 2) perioada precizării condițiilor problemei; 3) stadiul analitic; 4) stadiul operativ și 5) stadiul de sinteză. Primele două stadii reclamă formularea minuțioasă (uneori reformularea) problemei pentru sine. Celelalte părți ale algoritmului vizează căutarea soluției și obținerea rezultatului. Subtextul psihologic al întregului algoritm constă, din punctul nostru de vedere, în tendința de a-l îndepărta pe rezolvitorul problemei de reprezentările obișnuite, de „a i le zdruncina" (despre același lucru vorbește, dealtfel, și V. M. Muhaceov, cînd analizează „nașterea invenției"; 1964), de a nu-i îngrădi fantezia, de a-i permite să se gîndească la posibilitatea obținerii chiar a unui rezultat ideal[10].

Se poate pune însă întrebarea: care este relația dintre bagajul de cunoștințe și posibilitățile gîndirii creative în procesul inventivității? Dacă, de cele mai multe ori, este necesar să se facă abstracție de reprezentări, analogii și soluții obișnuite, atunci rolul experienței trecute își pierde valoarea, întrucît toate aceste reprezentări constituie o bună parte a fondului de cunoștințe de care dispune omul. Evident că rezolvarea acestei probleme în forma „ori una, ori alta" nu se justifică. În diferitele stadii ale activității constructorului și inventatorului, în prim plan apare cînd activitatea combinatorie, care reclamă o nouă sinteză a reprezentărilor și cunoștințelor, cînd activitatea analitică, solicitînd mobilizarea experienței trecute, operarea cu cunoștințe tehnice, un larg orizont tehnic. Rolul acestora este deosebit de important în stadiul operativ al rezolvării problemei. În stadiul de formare a ideii se cere un minimum de șablon; în stadiul de proiectare practică și finisare este nevoie de maximum de cunoștințe.

[10] Dealtfel, nevoia de libertate a exprimării și interzicerea criticii (pînă la un moment dat) este una dintre cerințele fundamentale ale metodei lui Osborn (1957), care, după părerea noastră, este subapreciată pe nedrept de autor.

„Problema de inventivitate — scrie G. S. Altschuller — apare aproape întotdeauna în culori înspăimîntătoare. În oricare dintre problemele de matematică există un subtext mai mult sau mai puțin vizibil: «Eu pot fi rezolvată perfect. Asemenea probleme s-au rezolvat de nenumărate ori». Dacă problema de matematică «nu cedează», nimănui nu-i va trece prin minte că ea, în genere, nu se poate rezolva. Într-o problemă de inventivitate, subtextul este cu totul altul: «Ah, cît sînt de îngrozitoare! Au încercat și alții să mă rezolve, dar n-au reușit! Oamenii deștepți spun pe bună dreptate că aici nu e nimic de făcut...»" (1969, p. 196).

În mod similar s-au petrecut lucrurile, pînă nu de mult, și în psihologia creației tehnice.

Cercetările din ultimii ani aduc însă dovada unor posibilități imense de cercetare a activității profesionale de construcție și invenție.

Mult mai multe cercetări s-au ocupat de analiza rezolvării problemelor didactice de proiectare-construcție, respectiv, constructiv-tehnice. Acest grup de cercetări s-a constituit într-o direcție aparte — psihologia activității constructiv-tehnice. Orientarea către analiza rezolvării problemelor constructiv-tehnice în activitatea școlară este perfect explicabilă. Dar din elaborarea aspectelor creației tehnice la nivel profesional sînt încă de așteptat idei și metode noi. Pentru că inventatori și constructori există oricum. Alta este situația învățării principiilor acestei activități. Practica didactică a dispus întotdeauna de mijloacele și procedeele ei pentru o asemenea instruire, dobîndite adesea pe cale empirică și puțin sistematizate. Practica nu așteaptă, ea cere metode de instruire fundamentate științific! De aceea, interesul pentru studierea activității constructiv-tehnice a fost în permanență stimulat de cerințele dezvoltării învățămîntului politehnic și tehnico-profesional. Totodată, descoperirea unor particularități ale rezolvării problemelor cu caracter didactic ajută la clarificarea activității și la nivel profesional, pentru că ceea ce în activitatea profesională pare a fi extrem de ascuns, în activitatea didactică se poate dezvălui pînă la capăt. Dificultățile și erorile care apar în activitatea profesională se manifestă mai puternic în contextul instruirii, iar lupta împotriva lor devine obiectul unei investigații speciale.

Problema particularităților activității constructiv-tehnice a fost studiată în cercetările autorilor: P. M. Iakobson (1956; 1958), E. A. Milerian (1964; 1968), G. V. Kiria (1959; 1963), S. K. Morozov (culegerea *Psihologia rezolvării poblemelor tehnice de producție,*

1965), P. S. Perepelița (1966; 1969), V. V. Evdokimov (1970), R. A. Ponomareova (1967), V. G. Tkacenko (1969), E. Franus (1966; 1967; 1969) ș.a.[11].

În lucrările consacrate specificului activității tehnico-constructive la vîrstă școlară mică, ne atrage atenția concluzia unanimă a autorilor cu privire la accesibilitatea și posibilitatea rezolvării problemelor constructive de către elevii de această vîrstă. Mai mult, în cazul organizării corecte a acestei activități, susține A. R. Luria (1948), asemenea probleme pot fi rezolvate și de preșcolari.

A. R. Luria subliniază, de asemenea, faptul că jocurile de construcție folosite de obicei la vîrsta preșcolară prezintă unele neajunsuri esențiale. Activitatea constructivă se desfășoară fie prin impunerea unor șabloane sau modele, fie în procesul construcției „libere", astfel încît, în ambele cazuri, efectul stimulativ al acestei activități este relativ redus. În consecință, autorul propune o cale nouă de dezvoltare a activității de construcție a preșcolarilor. Copiilor li se dau probleme de modelare, ei urmînd să găsească singuri modul de rezolvare al problemei și elementele constructive din care trebuie creat modelul. Construcția de modele „statice" are ca scop: «transformarea perceperii directe, „naive" a modelului, într-un proces complex de analiză intuitivă, dezvoltarea perceperii relațiilor geometrice dintre elemente, a combinațiilor lor pe plan mental; substituirea în minte a unor figuri cu altele, pe baza relației dintre ele» (1948, p. 64).

Se înțelege că o instruire sistematică și corect organizată lărgește posibilitățile de dezvoltare a activității constructiv-tehnice. O serie de cercetări au avut ca obiect studierea modului în care elevii de vîrste diferite încep să stăpînească elementele acestei activități (V. V. Evdokimov, 1970; G. V. Kiria, 1963; E. A. Milerian, 1968; V. A. Moleako, 1966, b; P. S. Perepelița, 1966; 1969; E. Șalamon, 1957 ș.a.).

E. Șalamon (1957) situează problema activității constructive la vîrsta școlară mică în contextul problematicii dezvoltării gîndirii în acțiune. Studiind activitatea constructiv-tehnică a copiilor, autorul ajunge la concluzia existenței unei interconexiuni intime între gîndire și acțiunile practice. În opoziție cu binecunoscutul punct de

[11] În ultimii ani, această problemă a devenit obiect de cercetare în laboratorul de psihologie a învățării prin muncă din cadrul Institutului de psihologie generală și pedagogică al A.S.P. a U.R.S.S., pentru colaboratorii T. I. Daniușevskaia, T. N. Borkova, E. A. Faraponova și I. V. Tereșkina. Cercetările respective se desfășoară în contextul problematicii referitoare la inteligența tehnică, pe care o vom analiza în capitolul III al prezentei lucrări.

vedere potrivit căruia dezvoltarea gîndirii se produce în procesul „eliberării" cunoașterii de sub influența acțiunii practice, E. Șalamon consideră că gîndirea se dezvoltă și se perfecționează în însăși acțiunea practică, pentru că ar fi greșit să credem că întotdeauna aceasta din urmă este prin natura sa primitivă. Pe baza analizei unui vast material faptic, autorul a descoperit o serie de particularități interesante în activitatea constructiv-tehnică a școlarului mic. Astfel, el subliniază rolul mereu crescînd al activității de orientare, de care depinde, în bună măsură, succesul construcției. În procesul propriu-zis al construcției se produc restructurări importante: operațiunile de montaj sînt precedate de o amplă activitate de orientare, crește rolul planificării concomitent cu diminuarea „încercărilor și erorilor", se amplifică tendința de a rezolva problema pînă la capăt, nu numai global, varietatea acțiunilor sporește, ca și independența acestora față de anumite modele.

Pe lîngă cercetările care demonstrează posibilitatea rezolvării de probleme constructiv-tehnice la vîrsta școlară mică și care descriu unele particularități ale acesteia, apar lucrări consacrate problemelor formării eficiente a activității de construcție tehnică. Aici, un loc important începe să-l ocupe cercetarea procedeelor de instruire. Astfel, s-a constatat că rezolvarea problemelor constructiv-tehnice se realizează mai eficient dacă în procesul învățării sînt introduse elemente de problematizare. În acest sens, prezintă interes folosirea așa-numitelor instructaje generale, care, după opinia cercetătoarei R. A. Ponomariova, constituie „unul din mijloacele cele mai eficiente de dirijare a activității elevilor în îndeplinirea temelor de lucru care conțin elemente de problematizare" (1967, p. 14).

Numeroase cercetări sînt consacrate studiului particularităților activității constructiv-tehnice la elevii de vîrstă școlară mijlocie și mare. Am dori să evidențiem în mod deosebit lucrările lui P. M. Iakobson (1956; 1958) care conțin, pe lîngă un bogat material faptic, și unele observații interesante. Amintim de cercetările sale și pentru că în ultimele lucrări uneori se constată aspecte identice, care apar însă sub o altă denumire sau fără indicarea trimiterii la sursa inițială.

În elaborarea metodei de cercetare, autorul își propune să recurgă la bagajul de cunoștințe tehnice ale elevilor. În experimentele sale, elevii primesc sarcina să monteze un motor cu arc al electrocardiografului, în construcția căruia un loc important îl ocupă transmisiile, studiate de elevi într-o etapă anterioară, pe un alt material (la cursul pentru construcția de mașini). Aspectul problematic al temei alese se reduce la următoarele: tabloul pe care se

montau piesele conținea mai multe orificii de fixare decît era nevoie pentru montaj.

La ce concluzie ajunge autorul? În activitatea tehnico-constructivă se manifestă o multitudine de particularități generale și specifice ale gîndirii. Astfel, în funcție de condiții, operația de analiză se poate desfășura fie pe elemente (cînd se efectuează numai operații izolate), fie poate avea un caracter complex (cînd, prin perceperea sarcinii în ansamblu, se separă grupuri de elemente într-o anumită asociere între ele). Sinteza care are loc în condițiile operațiilor practice presupune folosirea permanentă a încercărilor. Pe baza unor studii experimentale, autorul ajunge la concluzia că atît caracterul încercărilor, cît și cel al erorilor au niveluri diferite (de la încercările realizate dezordonat, pînă la desfășurarea lor sistematică, dirijată de ideea epuizării combinațiilor).

Valoroasă ni se pare utilizarea noțiunii de semn orientativ, introdusă de P. M. Iakobson și căreia autorul îi conferă următorul conținut: ea este o piesă sau o operație indicată în instructaj, care dobîndește caracterul de „reper", direcționînd acțiunile ulterioare.

Ținem să subliniem în mod deosebit unele particularități ale rezolvării problemelor constructiv-tehnice. Din punctul nostru de vedere, multe dintre ele sînt realmente tipice pentru această activitate. Astfel: „*a*) specificul planificării acțiunilor (planificare de «scurtă durată» și «de perspectivă»); *b*) specificul operațiilor analitice (analiza pe «elemente» și analiza «complexă»); *c*) specificul operațiilor de sinteză (după metoda «încercărilor și erorilor», după metoda căutării «semnelor orientative»); *d*) stereotipia și flexibilitatea procedeelor de gîndire și acțiune (folosirea în mod prelungit, repetat, a unor procedee nejustificate și trecerea flexibilă la procedee noi, în caz de nereușită); *e*) specificul utilizării experienței în domeniul practic respectiv (ignorarea cerințelor tehnice, efectuarea unor combinații lipsite de sens și respectarea cerințelor tehnice cu eliminarea asocierilor fără sens); *f*) specificul abordării elementelor problemei (examinarea pieselor sub aspectul configurației lor și al caracteristicilor perceptive, precum și din punctul de vedere al destinației lor specifice)" (Culegerea *Psihologia aplicării cunoștințelor în rezolvarea problemelor școlare*, 1958, p. 229).

Numeroase particularități ale activității de construcție tehnică pe care le-am enumerat ne amintesc de particularitățile construcției profesionale și ale invenției (G. Dickson, 1969 și G.S. Altschuller, 1969). Lucrul acesta va deveni și mai clar dacă cititorul va urmări frazele înscrise între paranteze, în textul original. Aici autorul avertizează asupra modului în care nu trebuie precedat și asupra dificultăților ce trebuie învinse în rezolvarea problemelor de construcție tehnică.

O serie de cercetări (inclusiv cele precedente), consacrate activității de construcție tehnică a școlarilor de vîrstă mijlocie și mare, s-au efectuat în legătură cu politehnizarea instruirii în școală.

Cercetările lui S. K. Morozov (culegerea *Creșterea eficienței instruirii în școala medie*, 1964; culegerea *Psihologia rezolvării problemelor de construcție tehnică*, 1965) își propun două obiective: să descrie procesul rezolvării a două tipuri de probleme tehnico-constructive, și anume de perfecționare a construcției și de reconstrucție; să stabilească modul în care cunoștințele tehnice dobîndite influențează asupra rezolvării acestor probleme (respectiv cunoștințele de teoria mecanismelor), precum și interesul pe care elevii îl manifestă față de tehnică.

„Din această analiză au rezultat și date contradictorii care, neîndoielnic, merită a fi supuse unui studiu special. Pe de o parte, prezența unor cunoștințe tehnice și a metodelor folosirii lor părea să împiedice găsirea unor mijloace mai raționale de rezolvare a problemelor de construcție tehnică. Școlarii nu se puteau desprinde de reprezentările uzuale[12], nu îndrăzneau să abordeze o cale nouă, originală. Pe de altă parte, absența unui minimum necesar de cunoștințe tehnice îngreuia vizibil procesul rezolvării" (*op. cit.*, 1955, p. 139—140).

În cercetarea amintită, ca și în altele s-au manifestat unele insuficiențe ale activității constructiv-tehnice la școlari, explicabile prin nivelul scăzut al instruirii prin muncă, în cadrul căreia problemele constructiv-tehnice nu și-au găsit locul cuvenit.

Nepriceperea de a aplica cunoștințele în rezolvarea problemelor constructiv-tehnice, ca și pregătirea tehnică insuficientă a elevilor sînt subliniate în cercetările lui E. Franus (1966; 1967). În una din lucrările sale, studierea „înțelegerii structurilor tehnice" (1967, u. 164) este însoțită de descrierea procesului rezolvării problemelor tehnice de natură constructivă.

Interesantă este analiza erorilor care intervin în rezolvarea problemelor și a cauzelor care le determină. Autorul consideră drept erori: interpretarea arbitrară a conținutului problemei și nesocotirea condițiilor acesteia (după părerea noastră, aici este vorba de substituirea unei probleme prin alta, pe care elevul o cunoaște din diferite motive mai bine, de îndepărtarea lui de problemă); ne-

[12] Amintim că în lucrările tîrzii ale lui G. Dickson (1969) și G.S. Altschuller (1969), erorile inerției psihologice și ale reprezentărilor uzuale sînt din nou considerate ca principal obstacol în calea succesului invenției.

priceperea de a considera mecanismul ca un sistem de elemente în interacțiune (cînd unele piese interconectate sînt analizate desprinse din ansamblu) și de a imagina mișcările complexe pe care le execută diferitele piese interconectate ale mașinii; subordonarea față de influența unor șabloane, a unor scheme statice ș.a.m.d.

Activitatea de proiectare (susține E. Franus) se naște din efortul imaginației și al gîndirii. Activitatea imaginativă ocupă însă o poziție subordonată în raport cu gîndirea, exercitînd o influență limitată asupra procesului creativității. Această limitare este impusă de volumul noțiunilor ce se dovedesc a fi decisive în rezolvarea sarcinilor de proiectare. Imaginația nu creează structuri semantice rupte de gîndirea noțională. De aceea, erorile în rezolvarea problemelor de construcție tehnică trebuie privite ca erori de gîndire, și nu de imaginație.

În ceea ce privește analiza procesului de proiectare propriu-zis, autorul menționează o particularitate interesantă. La începutul acestui proces, elevii nu au o idee completă asupra produsului proiectat. Imaginile pe care și le formează sînt incomplete, insuficient concretizate. Ele se formează în procesul proiectării[13]. Această afirmație (fundamentată experimental) contravine interpretării procesului rezolvării problemei constructiv-tehnice, potrivit căreia la început totul se produce în cap, apoi pe hîrtie și numai după aceea în practică.

În ultima vreme, numeroase lucrări tratează problema învățării activității tehnico-constructive la elevi.

E. A. Milerian (1968) examinează deprinderile tehnico-constructive în genere în sistemul deprinderilor de muncă și în corelație cu analiza procesului de producție. „Pentru a realiza cu succes prima etapă a procesului muncii — scrie E. A. Milerian — este necesar să înțelegi sarcina de muncă, să-ți reprezinți rezultatul muncii, construcția viitorului produs, forma, dimensiunile, materialele din care va fi confecționat. În această etapă a procesului muncii, deprinderile pot fi denumite tehnico-constructive, întrucît particularitatea lor caracteristică este construcția mintală a imaginii obiectului ce urmează a fi confecționat" (*idem*, p. 21—22). Pentru etapele următoare sînt caracteristice deprinderile tehnicologico-organizaționale și cele operaționale de control.

[13] P. S. Perepelița menționează date asemănătoare în cercetarea sa (1966). Investigațiile realizate pe școlari de vîrstă mare atestă că, în rezolvarea unor probleme dificile de construcție tehnică, ipoteza asupra construcției obiectului are la început un caracter aproximativ, concretizîndu-se treptat, în etapele ulterioare ale activității. „Imaginea confuză" a construcției începe să se umple cu un conținut concret numai în procesul activității practice, dobîndind trăsăturile plenitudinii și ale clarității.

Nu ne e greu să observăm că, printr-o astfel de abordare a problemei, autorul, pe de o parte, conferă deprinderilor tehnico-constructive o semnificație mai largă (comparați această interpretare cu modelul problemei de construcție tehnică prezentat mai înainte), iar pe de altă parte, le restrînge întrucîtva rolul. Din punctul nostru de vedere, rezolvarea problemelor de construcție tehnică nu se limitează la „construcția imaginii obiectului" (*idem*, p. 22). Se cuvine menționat însă faptul că E. A. Milerian include deprinderile tehnico-constructive în categoria deprinderilor generale de muncă. Într-adevăr, stăpînirea acestor deprinderi îl ajută pe om să găsească drumul corect de rezolvare (rațional, economic, optim) nu numai pentru problemele de construcție tehnică, ci și pentru unele probleme tehnice de producție.

Autorul susține că „imaginația creatoare îmbinată cu gîndirea tehnică reprezintă componenta decisivă a oricărui tip de construcție", (*idem*, p. 24). E. A. Milerian își sprijină cercetarea experimentală pe aceste teze. Elevii din clasele mari și-au însușit deprinderea de a construi cu ajutorul trusei „constructorul universal" și al modelelor de mașini-unelte pentru așchierea metalelor. Între problemele respective și problemele de construcție din ambianța reală există similitudini perfecte. Elevii din clasele mari reușesc în general să le rezolve. Dar în dezvoltarea activității de construcție tehnică au putut fi constatate și unele lacune, în sensul că elevii nu au reușit să construiască, conform funcției date, piese pe care nu le-au întîlnit anterior. Cunoscînd deci funcția piesei, ei nu și-au putut imagina structura acesteia. Această situație autorul o pune pe seama dezvoltării insuficiente a „gîndirii spațiale".

În dorința de a studia particularitățile „gîndirii spațiale" la elevi, în procesul construcției, E. A. Milerian efectuează și o altă cercetare, cu următoarea metodică: sarcina constă în completarea volumului unor corpuri cu părțile care le lipsesc. Cu acest prilej au putut fi observate diferite niveluri ale „gîndirii spațial-constructive" (*idem*, p. 29), precum și unele dificultăți în rezolvarea acestor probleme. Cauzele dificultăților autorul le pune pe seama condițiilor nefavorabile ale învățării. El consideră că treapta sporire a gradului de complexitate a problemelor și introducerea unor elemente de problematizare în procesul învățării contribuie la trecerea spre nivelurile superioare ale activității de construcție tehnică.

Și cercetările lui G. V. Kiria (1959; 1963) sînt consacrate căutării unor metode mai eficiente de învățare a rezolvării problemelor tehnico-constructive. Problemele respective presupun construirea unor

mecanisme de transmisie, de la axul motor la arborii antrenați, așezați sub diverse unghiuri în raport cu axul motor. Autorul își propune să releve „dependența formării priceperilor tehnico-constructive de metoda de instruire" (1963, p. 27).

Metoda respectivă constă, în esență, în următoarele: unui grup de elevi i-au fost demonstrate diverse procedee de rezolvare a unor probleme analoage, ei fiind totodată îndrumați cum să-și valorifice cunoștințele tehnice pentru a rezolva problemele; altui grup nu i s-au dat nici un fel de asemenea îndrumări; după familiarizarea generală cu tema primită, elevii trebuiau să găsească singuri procedeele de rezolvare a problemelor. Apoi, ambelor grupuri le-au fost propuse aceleași probleme de control. Astfel, s-a putut constata că, încă în procesul instructiv, efectuarea temelor după un model se soldează cu un efect pozitiv, în cazul rezolvării unor prime probleme, relativ simple, ca apoi, prin complicarea problemelor, reușita să diminueze simțitor. Dimpotrivă, în condițiile rezolvării problemelor pe baza descoperirii în mod independent a procedeelor de rezolvare, la început, elevii își însușesc lent procedeele corecte, pentru ca ulterior, în situația efectuării unor teme complexe, să se producă o creștere a reușitelor.

Una din cauzele îmbunătățirii activității elevilor din al doilea grup G. V. Kiria o pune în mod justificat pe seama analizei individuale a erorilor. La terminarea rezolvării fiecărei probleme, elevii au aflat nu numai cum trebuie, ci și cum nu trebuie rezolvată problema respectivă. În acest fel, s-au generalizat nu numai legăturile pozitive necesare rezolvării corecte a problemei, ci și cele negative (1963, p. 36). După efectuarea problemelor de control de către elevi, autorul a obținut, am putea spune, o serie de rezultate uimitoare. Din cele 144 de teme de control, elevii din primul grup (cei care au lucrat după modele) au rezolvat „pe loc" 22,9%, iar după o anumită perioadă de căutare a soluției, 69,5%. Din numărul total al sarcinilor au rămas nerezolvate doar 7,6%. Elevii din al doilea grup, care au descoperit în mod independent procedeele de rezolvare, au reușit să rezolve pe loc, din 141 de probleme, 82,9%; 17,1% au fost rezolvate după cîteva acțiuni de tatonare.

La prima vedere, rezultatele sînt perfect explicabile, pentru că ceea ce trece prin gîndirea individuală și prin acțiunea omului se fixează mai puternic. Totuși, deîndată, se impune întrebarea: cu ce preț se obține acest lucru, cît timp și cîte eforturi se cer subiectului pentru o astfel de autoinstruire? Și mai departe: care este mecanismul psihologic al însușirii procedeelor de lucru în cazul rezolvării în mod independent a problemelor? Pe marginea acestor întrebări, G. V. Kiria emite unele considerații valoroase: „Metoda ex-

punerii și demonstrării în fața elevilor a unor procedee gata elaborate de rezolvare a problemelor se soldează cu rezultate pozitive, în cazul problemelor tehnico-constructive simple, care se pot rezolva printr-o singură operație. În cazul problemelor compuse, care presupun combinarea cîtorva operații, această metodă îl ajută foarte puțin pe elev; în consecință, formarea unei priceperi generalizate de rezolvare a problemelor întîrzie" (*idem*, p. 40). În cazul acesta, „componentele stereotipe de rezolvare a problemei se pot forma la elevi și prin demonstrarea lor în formă finită, gata elaborate, în timp ce procedeele de factură variabilă, nestereotipe, sînt însușite mai bine pe calea acțiunilor exploratorii desfășurate în mod independent" *(idem)*.

Preocupările privind găsirea unor modalități de învățare a rezolvării problemelor constructiv-tehnice fac obiectul unei expuneri ample în lucrarea lui V. V. Evdokimov (1970). Autorul nu se limitează, așa cum au procedat mulți cercetători pînă la el, la crearea unei serii de probleme experimentale constructiv-tehnice, a căror aplicare să servească la constatarea particularităților procesului de rezolvare. Unul din scopurile principale pe care și le propune autorul este „pătrunderea" activă în procesul învățării, în vederea căutării unor procedee raționale și a unor metode de însușire a acestor procedee.

În spirijinul acestui mod de tratare a problemei, autorul a elaborat o trusă originală pentru construcții, „un material didactic complex în domeniul tehnicii mecanizate"[14]; trusa respectivă poate fi folosită la lecțiile de lucru manual, fizică, mecanică tehnică și desen tehnic, în cercurile tehnice și la orele facultative.

Materialul didactic complex pentru tehnica mecanizată este destinat activităților cu elevii din clasele mijlocii și mari, fiind alcătuit din 130 de piese așezate în două cutii speciale (fig. 9 și 10). El are ca anexă un album cu teme de lucru, în care se prevede montarea a 25 de mecanisme frecvent utilizate în tehnică.

Astfel, pot fi montate următoarele mecanisme de transmisie a mișcării: 1) ansamblu de lagăre (de alunecare și oscilante); 2) transmisie cu o singură treaptă cu priză directă; 3) transmisie cu priză directă și roată dințată intermediară; 4) transmisie cu dinți oblici; 5) transmisie prin curea dreaptă; 6) transmisie prin curea trapezoidală; 7) transmisie prin lanț; 8) transmisie cu șurub fără sfîrșit

[14] Trusa „Constructorul" a fost concepută de un colectiv din care a făcut parte și autorul prezentei monografii și a fost expusă la Expoziția realizărilor economiei naționale (VDNH). Uzina pentru aparatură didactică nr. 1 a Ministerului Învățămîntului din R.S.S.F.R. a produs primele serii din trusa „Constructorul", destinate școlilor.

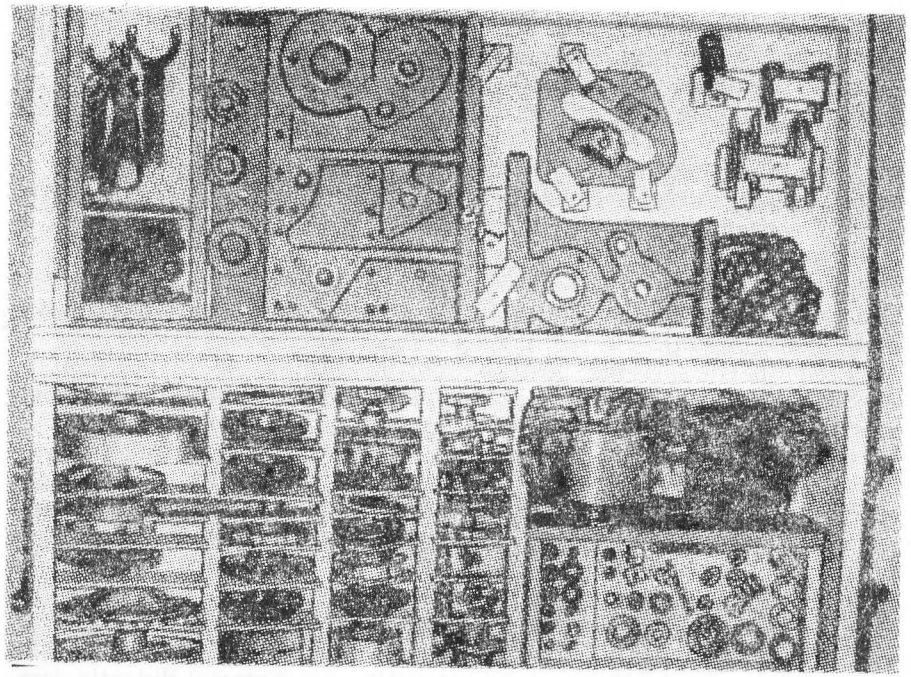


Fig. 9

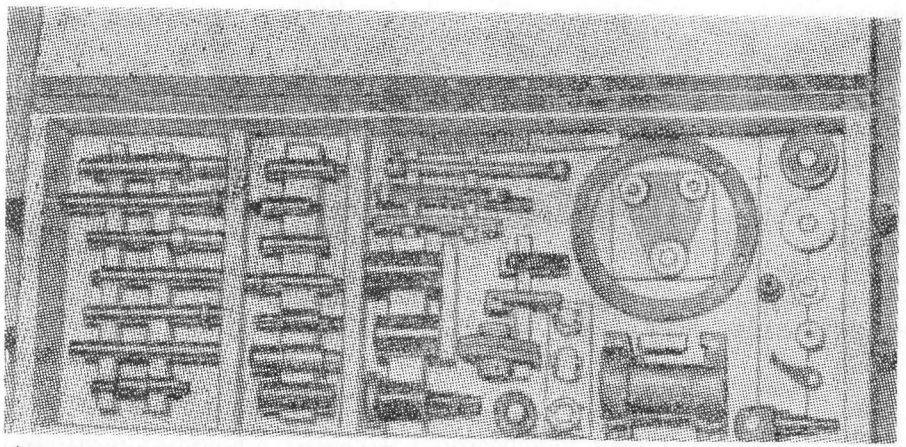


Fig. 10

(reductor); 9) transmisie cu roți elicoidale; 10) cutie de viteze; 11) mecanism conic reversiv; 12) transmisie prin fricțiune; 13) articulație universală (2 variante); 14) mecanism planetar; 15) mecanism diferențial. Dintre mecanismele de transforme a mișcării pot fi create: 1) un mecanism bielă-manivelă (cu manivela în 2 variante); 2) mecanismul bielă-manivelă — arbore cotit (2 variante); 3) mecanismul cu excentric; 4) mecanisme cu culisă de balansare (2 variante); 5) mecanismul cu culisă rotativă; 6) mecanismul cu cremalieră (2 variante); 7) mecanismul cu clichet (3 variante); 8) mecanismul cu cruce de Malta; 9) mecanismul cu came; 10) mecanismul cu șurub (șurub-piuliță).

Conceperea trusei pentru construcții a presupus respectarea unor exigențe psihologice și pedagogice de principiu, care trebuie avute, după părerea noastră, în vedere la elaborarea materialului didactic necesar construcțiilor școlare.

În primul rînd, o trusă trebuie concepută numai după analiza tipurilor principale de ansamble tehnice utilizate în diferitele domenii ale tehnicii și producției. În cazul nostru, au fost alese o serie de piese frecvent întîlnite în sistemele mecanizate și care dezvăluie legile funcționării acestor sisteme.

În al doilea rînd, trusa pentru construcții trebuie să asigure rezolvarea diferitelor probleme didactice și nu numai îndeplinirea unor sarcini legate de montarea modelelor după desen (cum se întîmplă în majoritatea cazurilor). Îndeplinirea sarcinilor presupune posibilitatea realizării unor lucrări practice de laborator (determinarea raportului de transmisie și a momentelor de angrenaj, calculul DP, sesizarea schemelor cinematice, stabilirea caracteristicilor constructive și tehnologice ale angrenajelor și mecanismelor etc.). Rezolvarea acestor probleme presupune însușirea deprinderilor de a monta și demonta, de a folosi instrumentele și dispozitivele etc. Una din sarcinile principale, în cazul acesta, este studierea instalației, a funcționării mecanismelor de transmisie și a transformării mișcărilor.

În al treilea rînd, o cerință importantă o constituie realizarea unei apropieri maximale a pieselor, mecanismelor și dispozitivelor trusei față de tehnică și producție. Tipurile de truse de construcție frecvent folosite răspund în mică măsură acestei cerințe.

În al patrulea rînd, în alegerea problemelor recomandate trebuie respectat principiul didactic de la simplu la complex, de la o activitate preponderent executivă la o activitate productivă, creatoare. Astfel, la început, pentru realizarea lucrărilor de construcție, elevii dispun de date de plecare complete; apoi, acestea devin tot mai puține, încît ei trebuie să și le procure singuri. În sfîrșit, există

și probleme cu ajutorul cărora se creează situații problematice. Pe parcursul soluționării lor, elevii trebuie să formuleze ipoteze proprii, să le fundamenteze, să adopte decizia optimă și să o transpună în practică.

Îndeplinirea fiecărei sarcini se încheie cu cîteva întrebări de control. Astfel, V. V. Evdokimov a început să studieze mijloacele de rezolvare a problemelor tehnico-constructive, creînd în prealabil o puternică „bază materială", respectiv trusa specială de construcție, cu respectarea exigențelor psihopedagogice necesare.

Pe baza cercetării experimentale a eficienței diferitelor mijloace de rezolvare, autorul recomandă trei categorii de instructaje de tip algoritmic pentru învățarea rezolvării problemelor tehnico-constructive. V. V. Evdokimov propune să se utilizeze „algoritmi de reproducere și de diagnosticare", precum și un „algoritm problematic" (1970). Este cunoscut faptul că problema algoritmizării în învățare a fost tratată pe larg în cercetările lui L. N. Landa (1966). Algoritmii pe care îi propune V. V. Evdokimov se deosebesc de instructajele algoritmice analizate în detaliu de L. N. Landa. Algoritmii propuși de V. V. Evdokimov reprezintă mai degrabă un corpus de operații și reguli de acțiune, date într-o anumită succesiune, care nici pe departe nu epuizează procesul logic al rezolvării problemei. Lucrul acesta se referă în mod deosebit la „algoritmul problematic".

În cazul algoritmului de reproducere, problema se rezolvă în strictă concordanță cu un sistem de reguli; respectîndu-le, elevii pot reproduce într-o ordine anumită diferitele operații. În felul acesta, ei realizează o succesiune de operații reglementată riguros, care conduce la rezolvarea problemei de construcție tehnică. Ca ilustrare pot servi unele teme bazate pe utilizarea trusei pentru construcția cu semifabricate (de pildă, cînd dintr-o serie de piese finite trebuie montate aero-modele, navo-modele ș.a., urmînd cu strictețe instrucțiunile).

Algoritmul de diagnosticare se deosebește de cel reproductiv, în primul rînd, prin bogăția informației. În cazul acesta, descrierea verbală a succesiunii acțiunilor este înlocuită de desenul tehnic sau de fotografia mecanismului, în conformitate cu care el poate fi montat. Din mulțimea pieselor trusei de construcție trebuie identificate cele adecvate construcției respective. De pildă, în rezolvarea problemei privind construirea cutiei de viteze, „în spatele" semnelor convenționale ale schiței, elevul trebuie să vadă piesele reale, să le aleagă și să construiască mecanismul.

„Prin algoritm problematic trebuie înțeles un sistem de reguli și operații general-conceptuale, a căror efectuare, într-o succesiune anumită, este realizată de elev printr-o activitate de explorare sau

de investigație, în scopul rezolvării unor situații-problemă care apar (sau care i se dau)" (1970, p. 177). Structura acestui algoritm presupune parcurgerea de către elev a unor faze ale procesului de rezolvare, fiecare fază conținînd, în raport cu cea precedentă, un rezultat intermediar al rezolvării și creînd, în raport cu cea următoare, o nouă situație-problemă.

Prin aplicarea tuturor tipurilor de instructaje algoritmice pe care le-am enumerat s-a obținut, cum o arată și datele lui V. V. Evdokimov, un efect destul de mare. Autorul explică reușita prin faptul că activitatea desfășurată pe baza instructajelor algoritmice contribuie la dobîndirea de către elevi a procedeelor generale necesare rezolvării independente a problemelor de construcție tehnică, asemănătoare prin conținut, îi învață să urmeze un anumit program de acțiuni. De asemenea, autorul subliniază că instructajele algoritmice de complexitate diferită, utilizate în procesul învățării rezolvării problemelor de construcție tehnică, pot ajuta la individualizarea învățării. Propunînd sarcini extrem de diferite unor elevi diferiți, ne putem da seama de nivelul cunoștințelor lor, de capacitățile lor cognitive, constituite în etapa respectivă a învățării, și putem determina înaintarea lor treptată — de la aplicarea programului relativ simplu bazat pe algoritmul de reproducere, trecînd prin programul mai complex al algoritmului de diagnosticare, la algoritmul problematic.

Munca consacrată stabilirii cerințelor psihopedagogice pe care trebuie să le îndeplinească trusele de construcție, pentru elevii aflați pe diferite trepte de școlarizare, continuă. Astfel, în cercetările lui E. A. Pustovoi (1970), unul dintre obiective a constat în proiectarea unei truse electromecanice pentru clasele a III-a.

Prima variantă a trusei[15] (fig. 11) este astăzi supusă unei verificări multilaterale în practica învățării. Trusa trebuie să răspundă unei serii de exigențe. Cu ajutorul ei, elevul trebuie să-și formeze un sistem de cunoștințe tehnice elementare. Ea trebuie să dezvolte la școlarii mici gîndirea tehnică și capacitatea tehnico-constructivă. În același timp, trusa este proiectată în scopul abordării problemelor cu elemente de problematizare, urmînd să contribuie la formarea unor procedee raționale în activitatea investigativă.

Încheind considerațiile de ordin bibliografic, am dori să subliniem dinamica elaborării problemelor enumerate mai sus: de la primele încercări de examinare globală a creației tehnice, la o examinare mai mult sau mai puțin detaliată a laturilor sale; de la

[15] Ea a fost concepută de E. A. Pustovoi, E. A. Faraponova, E. K. Korcinski și de către autorul prezentei lucrări.

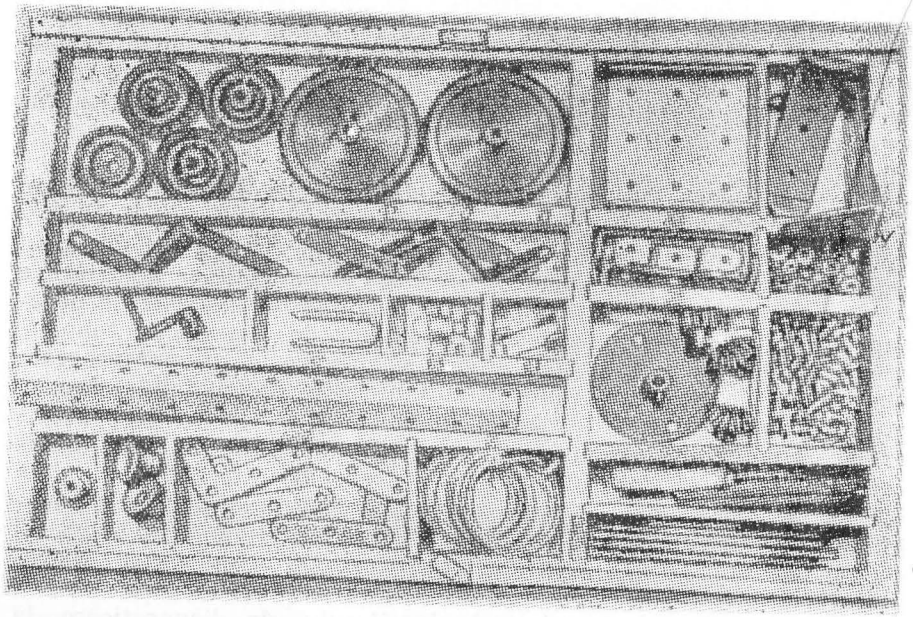


Fig. 11

stabilirea cîtorva etape extrem de generale ale acesteia şi de la interpretarea lor speculativă, la căutarea procedeelor de studiere experimentală a activităţilor inovative, proiectiv-constructive şi de construcţie tehnică; de la reprezentările confuze asupra naturii psihologice a activităţii de construcţie tehnică, la crearea procedeelor de dirijare a dezvoltării ei către un scop.

3. SPECIFICUL REZOLVĂRII PROBLEMELOR CONSTRUCTIV-TEHNICE

În această parte a lucrării vom prezenta cercetările noastre experimentale cu privire la particularităţile procesului de rezolvare a problemelor tehnico-constructive de către elevii din clasele mari. O atenţie deosebită am acordat-o analizei mijloacelor tipice de rezolvare a acestor probleme de către elevi.

Problemele de construcţie a mecanismelor de transmisie şi de transformare a mişcării, însuşirea şi operarea cu cunoştinţele despre aceste mecanisme, premisă indispensabilă a rezolvării problemelor în cazul construirii sistemelor mecanice, au constituit materialul experimental pe care l-am ales. Propuse elevilor, ele au trebuit să fie rezolvate cu ajutorul celor două truse pentru construcţii concepute de noi.

Ideea folosirii unor tipuri diferite de truse — de la trusele simple la cele foarte complicate — necesare studierii activităţii de construcţie tehnică a elevilor nu este nouă. Totuşi, multe dintre trusele folosite cu ani în urmă erau, sub aspect tehnic, defectuoase[16]. Puse la îndemîna elevilor, ele nu contribuiau la formarea unui sistem de cunoştinţe tehnice. Din piesele conţinute în trusă, deseori nu se puteau asambla mecanismele respective, or numai îmbinarea lor stă la baza diferitelor instalaţii tehnice. Modelele rezultate din operaţia montării se asemănau sub aspect exclusiv exterior cu mecanismul real, lipsindu-le de cele mai multe ori angrenaje şi piese importante. Unele elemente ofereau o imagine falsă a instalaţiei tehnice. De aceea, trăsăturile şi noţiunile esenţiale asupra părţilor componente dintr-o instalaţie tehnică rămîneau necunoscute, în timp ce trăsăturile neesenţiale treceau adesea pe prim plan, iar unele noţiuni erau denaturate. La acestea mai trebuie adăugat faptul că trusele conţineau puţine piese tehnice reale, astfel că ansamblele create reprezentau o imitaţie cu totul aproximativă a obiectelor tehnice din realitate.

Iată de ce ne-am propus să creăm o trusă de construcţii care să le ofere elevilor, în procesul muncii, posibilitatea de a apela la cunoştinţele pe care şi le-au însuşit parcurgînd unele capitole din teoria mecanismelor, din mecanica tehnică sau pe care le-au dobîndit în ateliere şi în producţie. Totodată, piesele trusei pentru construcţii, ca şi principiul de funcţionare a construcţiilor asamblate trebuiau să aibă o largă aplicabilitate în tehnică şi în producţie, deşi cu realizarea constructivă concretă a fiecărui obiectiv elevii nu mai avuseseră de-a face înainte. Trusa concepută pentru construcţii trebuia să solicite elevului o activitate analitică şi combinatorie, deci nu numai asamblarea unor mecanisme cunoscute, căci aceasta ar fi însemnat o simplă reactualizare a cunoştinţelor existente. Iată de ce trusa cu piese prevedea asamblarea din aceleaşi piese a unor mecanisme cu principii de acţionare diferite. Prin urmare, a fost realizată o substituire reciprocă a pieselor. O piesă a trusei cu o funcţie strict determinată, odată folosită, trebuia aplicată la o altă construcţie, unde dobîndea o altă funcţie. Aceste

[16] Este vorba în primul rînd de aşa-numitele truse mecanice de construcţie aflate în comerţ şi destinate de cele mai multe ori instruirii în afara şcolii.

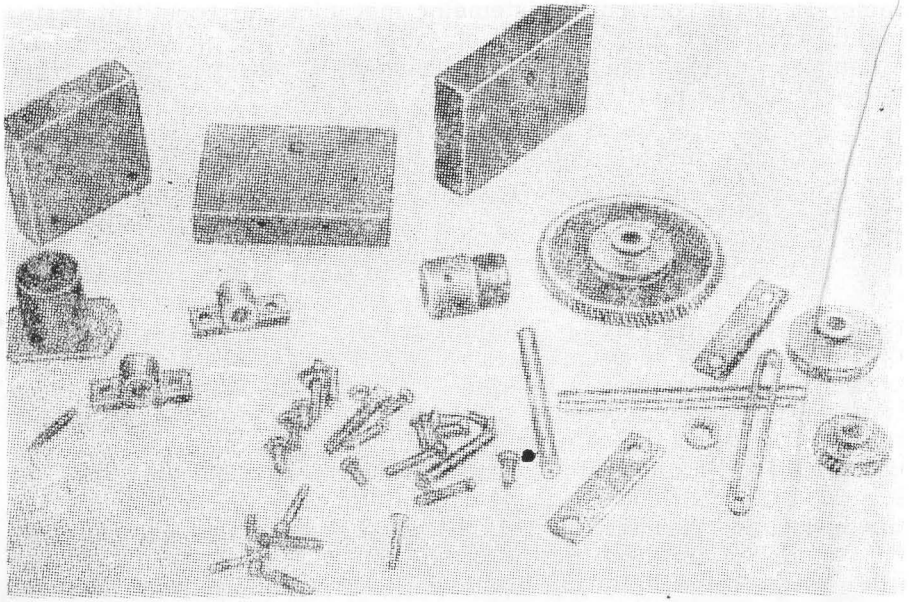


Fig. 12

scopuri am încercat să le realizăm în cele două tipuri de truse experimentale pentru construcţii pe care le-am creat.

Prima trusă (fig. 12) are următoarele părţi componente: o placă de reazem, doi suporţi, o roată de curea, două roţi dinţate, culise de bielă, doi arbori, două eclise de direcţie, o eclisă de culisare cu cilindru mare, cu cilindru mic, două prezoane de asamblare, patru şuruburi mari cu cap înecat, patru şuruburi cu cap rotund, două şaibe. Roata de curea şi cele două roţi dinţate aveau şuruburi de blocare.

Din lista prezentată rezultă că, dacă am exclude unele piese mărunte, auxiliare, de pildă şuruburile, prezoanele etc., trusa nu ar fi alcătuită din prea multe elemente. Combinînd diferite piese, am putut obţine 3—5 construcţii de bază: în primul rînd o serie de transmisii — cu roţi dinţate, cu şurub fără sfîrşit, de angrenaj elicoidal; în al doilea rînd, două mecanisme — cu culisă (culisă de legănare) şi o culisă bielă-manivelă.

Cea de-a doua trusă (fig. 13) conţine următoarele piese: placă de reazem, suporţi, două console (lagăre), o eclisă de direcţie cu crestătură, un pinion dinţat mare cu ax şi unul mic, trei bucşe cu

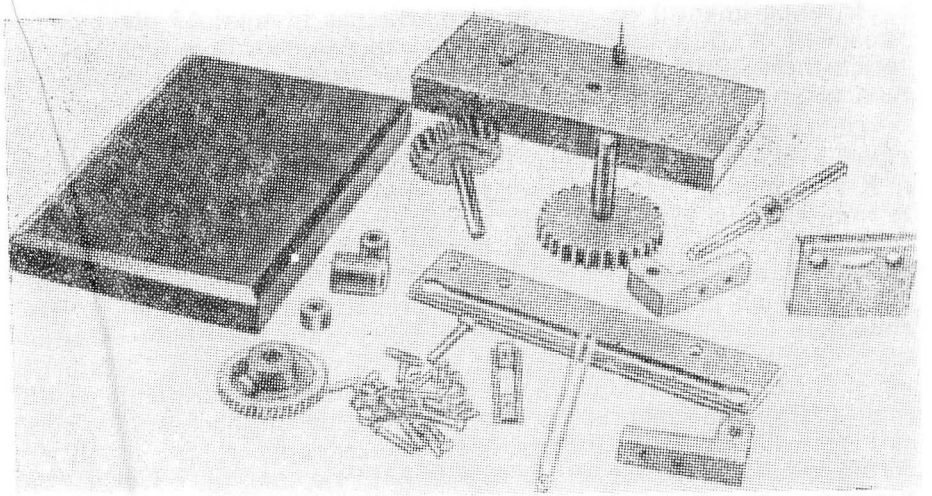


Fig. 13

prezoane, un melc cu ax, o roată elicoidală, pinioane cu şurub de blocare, o eclisă de culisare (piston cu patină), culise de bielă, două şaibe (mare şi mică), prezoane de asamblare, şase şuruburi cu cap înecat, patru şuruburi cu cap rotund, un şurub cu cap cilindric şi eclisă de fixare cu crestătură. Aşadar, nici această trusă nu conţine un inventar prea bogat.

Prin combinarea diferitelor piese se pot obţine patru construcţii principale: 1) o transmisie cu roţi dinţate; 2) o transmisie cu şurub fără sfîrşit; 3) un mecanism cu culisă (culisă de legănare) cu transmisie cu roţi dinţate şi elicoidală; 4) un mecanism bielă-manivelă cu transmisie cu roţi dinţate şi elicoidală.

Prin urmare, deşi deosebite sub aspectul dotării tehnice, cele două truse de construcţie au multe elemente comune. Lucrul acesta l-am făcut cu bună intenţie, întrucît ne-am propus să stabilim în ce măsură vor influenţa procedeele de lucru însuşite în activitatea cu prima trusă asupra muncii efectuate cu cea de-a doua trusă (ca sistem de autoinstruire). Şi dacă în activităţile cu prima trusă grupurile de elevi au primit instrucţiuni diferite[17], în cazul trusei a doua tuturor elevilor le-au fost formulate aceleaşi cerinţe.

Urmînd această cale ne-am propus să examinăm modalitatea în care instrucţiunile de tip diferit pot influenţa asupra metodelor de lucru folosite de elevi.

[17] Vom prezenta mai jos conţinutul acestor instrucţiuni.

În experimentul cu trusele au participat în total 15 elevi de la Școala nr. 1 „Electrostal", cărora li se predase un curs complet de teoria mecanismelor și care își efectuau practica de producție uzinală în profesiunile de strungar și frezor.

Cu 11 elevi, experimentele au fost efectuate pe întreg parcursul clasei a IX-a, iar cu 4 elevi, în clasa a IX-a și la începutul clasei a X-a. Conform celor trei serii de experimente stabilite (pe care le vom descrie în continuare) și pentru a obține o serie de date comparative, subiecții au fost împărțiți în trei grupuri (a cîte 5 elevi), relativ egale ca nivel de pregătire[18]. În fiecare grup existau elevi slab pregătiți și elevi cu o pregătire medie și bună. Experimentele au fost organizate individual, durata lor fiind cronometrată. Rezultatele fiecărei acțiuni întreprinse de subiecți, relatările lor și întrebările s-au înregistrat în protocoalele experimentelor. În același timp, am elaborat un sistem special de mijloace grafice care să-i permită experimentatorului să fixeze rapid și precis, într-o formă intuitivă, fiecare etapă a activității de montaj, cu dificultățile și erorile ei.

Au fost efectuate trei serii de experimente. Fiecare serie se desfășura cu unul dintre cele trei grupuri de subiecți. Seriile se deosebeau între ele prin tipul instructajului primit de elevi. În comparație cu prima serie, seriile a II-a și a III-a s-au remarcat prin caracterul problemei obiectiv formulate (o instrucțiune cu caracter general, în prima serie; indicații verbale concrete privind tipul mecanismului, în seria a II-a; prezentarea unei scheme cinematice de principiu, elevii trebuind să definească tipul de mecanism, în seria a III-a).

Seria a III-a se deosebea, la rîndul ei, de seria a II-a prin introducerea în instructaj a unei scheme pe care elevii se puteau sprijini în cursul activității.

În alegerea celor trei tipuri de instructaj, ne-am condus după cerințele care-i pot fi adresate inginerului-constructor angajat în îndeplinirea unei sarcini de construcție. Totodată, era necesar să surprindem influența pe care o exercită diferitele tipuri de instructaje asupra rezolvării problemelor de construcție tehnică.

Seria I de experimente am efectuat-o cu primul grup de elevi. În fața elevilor au fost așezate unele piese din trusa pentru construcții, prezentîndu-li-se următorul instructaj general:

[18] S-a avut în vedere în primul rînd eficiența însușirii cunoștințelor de teoria mecanismelor și de fizică, precum și succesele obținute în practica de producție.

„În lecțiile precedente am studiat în detaliu diferite tipuri de mecanisme de transmisie și de transformare a mișcării de rotație, am studiat principiile și modul lor de funcționare. Semnele convenționale din scheme vă sînt bine cunoscute, astfel încît acum vă puteți reprezenta cu ușurință schemele cinematice ale mecanismelor. Ați rezolvat o serie de probleme constructive. Din piesele aflate în fața voastră se pot construi cîteva mecanisme[19]. Ce ați putea asambla din ele? Gîndiți-vă la un mecanism pe care vreți să-l construiți și, înainte de a începe montarea lui, spuneți-mi cum veți proceda".

După montarea mecanismului, se punea întrebarea: „Ce ați mai putea monta din aceste piese?" După montarea mecanismului următor intervenea aceeași întrebare (și așa pînă la realizarea tuturor variantelor de mecanisme prevăzute pentru inventarul primei truse de construcții). Cînd însă rezolvarea independentă nu era posibilă, în activitatea elevilor intervenind perioade îndelungi de stagnare, în seria aceasta de experimente, ca și în alte serii, am folosit o scală de întrebări ajutătoare.

Elevii din al doilea grup (seria a II-a de experimente) au primit un instructaj mai concret: să asambleze succesiv toate variantele de mecanisme, prevăzute pentru inventarul trusei nr. 1. Experimentatorul intervenea, de fiecare dată, astfel: „Montați transmisia prin roți dințate"; „Montați mecanismul culisei de balansare", ș.a.m.d.

Elevilor din grupul al treilea (seria a III-a de experimente) le-au fost date, în ordine succesivă, schemele cinematice ale variantelor de mecanisme realizabile cu trusa nr. 1 (fig. 14, *a*, *b*, *c*, *d*). Conform schemelor, elevii trebuiau să monteze diferitele mecanisme (definindu-le și denumindu-le, în prealabil). Activitatea a continuat pînă la realizarea tuturor variantelor.

După terminarea montajelor cu piesele din prima trusă, elevii celor trei grupuri au primit următoarea sarcină: să monteze din piesele trusei nr. 2 un mecanism oarecare. După montarea acestuia, li s-a cerut să asambleze un al doilea mecanism ș.a.m.d. (pînă la epuizarea tuturor variantelor prevăzute pentru trusa respectivă). De astă dată, elevii nu au mai primit nici un fel de instructaj. Problemele ce le erau prezentate constituiau de fapt probleme de transfer, în condiții noi, ale procedeelor de lucru însușite.

Pentru analiza rezultatelor cercetării am folosit o serie de indicatori cantitativi ai rezolvării corecte a problemelor.

[19] Această parte a instructajului a fost elaborată identic pentru toate grupurile de elevi. De aceea, în continuare nu o vom mai repeta.

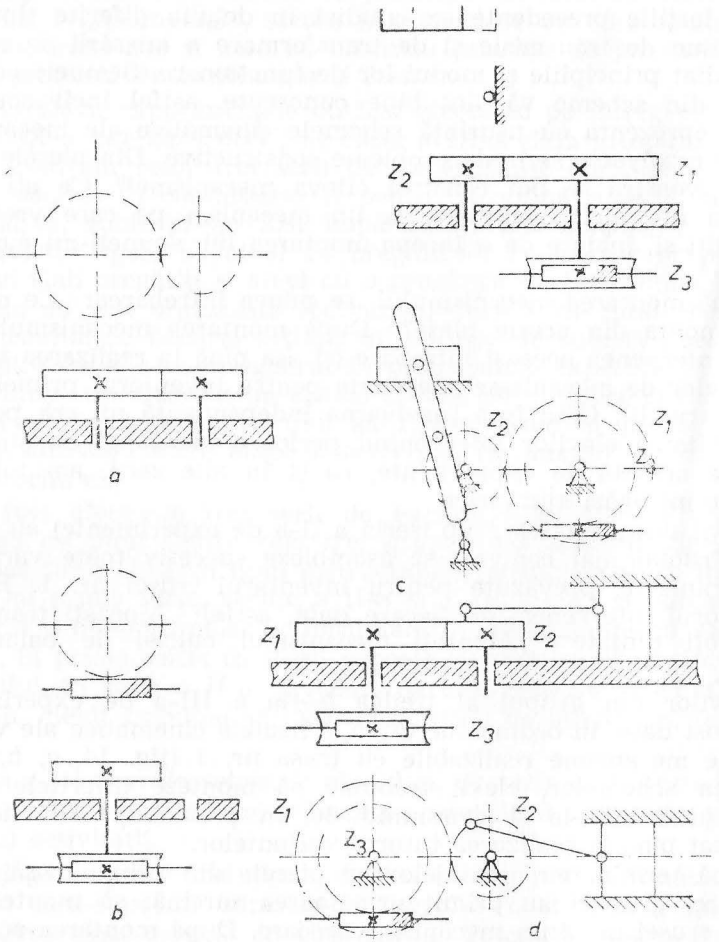


Fig. 14

Primul indicator l-a constituit numărul de experimente efectuate cu fiecare subiect în parte sau cu toţi subiecţii unui grup. Aici trebuie avut în vedere faptul că un număr important de experimente ne-a oferit dovada înaintării greoaie, lente spre rezolvare (trebuiau puse numeroase întrebări ajutătoare, montarea unui mecanism se întindea pe parcursul mai multor lecţii). Primul criteriu (indicator) este relativ, pentru că pot fi întîlnite situaţii

cînd procesul rezolvării durează extrem de mult (în cazul unui ritm lent de activitate), dar se desfăşoară corect.

Un alt criteriu la fel de relativ este numărul mecanismelor asamblate. Trusa permite montarea unui număr strict delimitat de mecanisme (vezi descrierea trusei). Depăşirea acestui număr dovedeşte că elevul a construit obiecte imperfecte, care nu funcţionează. Următorii doi indicatori — al treilea şi al patrulea — sînt foarte importanţi, ei fiind reprezentaţi de: etapele acţiunilor care conduc la reuşită şi etapele acţiunilor care conduc la eşec.

Cel de-al cincilea indicator constă în numărul de pauze intervenite în activitatea elevilor. Acesta este mai puţin relativ decît primii doi indicatori. Ne referim la pauzele în care întreruperea activităţii vădeşte stagnări, „impasuri" ale rezolvării, elevul negăsind o ieşire din situaţia apărută în procesul construcţiei.

În sfîrşit, al şaselea indicator îl reprezintă timpul, durata executării sarcinii.

Criteriile la care am apelat în prelucrarea cantitativă a materialului ne servesc drept reper pentru analiza calitativă a particularităţilor şi procedeelor relevate de rezolvarea problemelor de construcţie.

Înainte de a trece la analiza rezultatelor obţinute în experimente, dorim să menţionăm că, pe cît ne-a fost posibil, am încercat să „egalizăm" cunoştinţele elevilor despre maşini şi mecanisme. În acest scop anume, profesorul şcolii, B. A. Sokolov, a ţinut o lecţie de o oră şi jumătate (după o metodică elaborată de noi), în cadrul căreia a expus datele teoretice necesare asupra principiilor de structurare şi funcţionare a maşinilor şi mecanismelor. El a prezentat schemele cinematice (reamintind, în prealabil, semnele convenţionale folosite în acestea) ale celor mai frecvent întîlnite mecanisme de transmisie a mişcării de rotaţie şi de transformare a mişcărilor. Profesorul a specificat, totodată, capitolele din manual care trebuie repetate, a subliniat aspectele cărora elevii urmează să le acorde un maximum de atenţie. Trebuie adăugat că elevii au primit un volum de cunoştinţe mai mare decît cel necesar pentru rezolvarea problemelor experimentale de construcţie. Am procedat astfel pentru ca elevii singuri să aleagă, din fondul de cunoştinţe însuşite, pe acelea de care aveau nevoie la rezolvarea problemelor respective. După această lecţie, am organizat cu fiecare elev în parte două-trei ore, în cadrul cărora experimentatorul punea întrebări extrem de amănunţite, în intenţia de a dezvălui erorile strecurate în cunoştinţe şi dificultăţile existente în explicarea materialului însuşit. Experimentatorul corecta pe loc erorile comise de elevi şi le indica ce anume să repete încă o dată din cuprinsul manualului. De obicei,

după 2—3 ore de acest fel (pe lîngă lecţia iniţială), elevii dispuneau de cunoştinţe teoretice suficiente şi precise.

Totuşi, procesul de egalizare a cunoştinţelor elevilor nu s-a limitat la atît. Lor li s-au propus, spre rezolvare, o serie de probleme constructiv-tehnice, prezentate sub formă verbală şi grafică. Numai după toate aceste intervenţii s-a trecut la desfăşurarea experimentelor.

Cu elevii celor trei grupuri s-au efectuat, în total, 109 experimente, fără a însuma aici lecţiile şi rezolvările de probleme, prin care s-a urmărit nivelarea cunoştinţelor.

În continuare, prezentăm tabelul rezultatelor obţinute în rezolvarea problemelor, în care au fost folosite cele două truse pentru construcţie, conform parametrilor menţionaţi mai sus (tabelul nr. 1).

Tabelul nr. 1

Tabloul general al rezultatelor obţinute în rezolvarea problemelor în cadrul celor trei serii de experimente (cu trei grupe de subiecţi)

Seria de experimente	Modul de ordonare a datelor parţiale şi generale	Numărul de experimente	Numărul mecanismelor montate	Numărul etapelor cu operaţii greşite	Numărul etapelor cu operaţii i greşite	Numărul întrebărilor ajutătoare		Numărul pauzelor	Durata rezolvării
						generale	de detaliu		
I	Trusa nr. 1	26	28	153	94	43	21	33	13.32
	Trusa nr. 2	21	21	121	89	37	20	36	10.37
	Total pentru trusa nr. 1 şi pentru trusa nr. 2	47	49	274	183	80	41	69	24.09
II	Trusa nr. 1	32	31	126	75	47	25	34	10.44
	Trusa nr. 2	13	18	94	69	32	25	51	07.36
	Total pentru trusa nr. 1 şi pentru trusa nr. 2	45	49	220	144	79	50	85	18.20
III	Trusa nr. 1	18	25	99	58	47	27	35	07.31
	Trusa nr. 2	12	16	79	50	28	19	27	08.46
	Total pentru trusa nr. 1 şi pentru trusa nr. 2	30	41	178	108	75	46	62	16.17

Adnotare Trusa nr. 1 — rezultatele activităţii cu trusa nr. 1; trusa nr. 2 — rezultatele activităţii cu trusa nr. 2; în ultima rubrică („durata rezolvării"), primul grup de numere indică orele, iar al doilea — minutele.

După cum reiese din tabelul nr. 1, rezultatele cele mai bune se obţin la grupul al treilea, locul doi îl ocupă al doilea grup, iar pe locul trei se situează primul grup (la toţi indicatorii, cu excepţia celor privind numărul întrebărilor ajutătoare şi numărul de pauze). Totuşi, diferenţierile înregistrate aici nu sînt esenţiale. Este de observat influenţa exercitată de conţinutul şi specificul instructajului asupra succesului construcţiei.

Să examinăm deosebirile constatate între grupurile de elevi (în cursul seriilor de experimente).

Între subiecţii din primul şi al doilea grup s-ar părea că nu ar fi trebuit să intervină deosebiri sensibile. Elevii din grupul întîi au primit din partea experimentatorului un instructaj-indicaţie (într-o formă foarte generală). („Aveţi în faţa voastră o serie de piese pe care le cunoaşteţi foarte bine. Din ele puteţi asambla — şi lucrul acesta eu vi-l garantez — cîteva mecanisme. Gîndiţi-vă întîi bine ce aţi putea monta din ele şi după aceea începeţi construcţia".) După un interval de reflecţie, elevii singuri şi-au fixat un anume scop (să monteze un mecanism sau altul). Astfel, putem presupune că, după alegerea scopului concret, elevii din ambele grupuri (primul şi al doilea) erau puşi în aceleaşi condiţii de rezolvare a problemei, şi unii, şi ceilalţi avînd în faţă un scop precis: să monteze un mecanism sau altul. Ne puteam aştepta ca rezultatele rezolvării să fie aproximativ egale; s-a dovedit însă că elevii din grupul al doilea s-au achitat mai bine de sarcini.

Cum se explică acest fapt? Există o deosebire considerabilă, în ceea ce priveşte specificul muncii, între cazul în care subiectului îi este dat un anumit scop, stabilit dinainte de către experimentator, şi cazul în care subiectul îşi defineşte singur scopul. Situaţia psihologică creată este cu totul diferită. Dacă în primul caz elevul se bizuie pe experimentator, acceptînd problema propusă de acesta ca unică posibilitate, în al doilea caz, deşi avem de-a face cu formularea în mod independent a problemei, elevul nu are întotdeauna certitudinea justeţii absolute a scopului propus şi a căii de rezolvare adoptate. De aici apare o neîncredere în activitate, alunecarea la un nivel de rezolvare inferior, în raport cu cealaltă situaţie.

O diferenţă notabilă în reuşita rezolvării problemelor s-a constatat între grupul al doilea şi al treilea. Diferenţa apare şi mai evidentă dacă avem în vedere rezultatele subiecţilor din primul şi al treilea grup. Rezultatele relativ bune ale celui de-al treilea grup de subiecţi se explică prin faptul că rezolvarea tuturor problemelor (cu excepţia celor de transfer[20], identice pentru toate grupurile

[20] Activitatea cu trusa nr. 2 pentru construcţii.

de subiecți) s-a realizat pe bază de material intuitiv. Majoritatea demersurilor teoretice și a modurilor de rezolvare precum și rezultatele prefigurate erau comparate de elevi cu reprezentările schematice ale mecanismelor. Totodată, trebuie consemnat faptul că elevii veneau în contact cu un material intuitiv aparte, în care multe din componentele constitutive erau figurate într-o formă general-convențională — unele particularități constructive concrete ale mecanismului asamblat nefiind reprezentate (ele puteau fi doar presupuse) —, iar dinamica instalației era „camuflată" într-o schemă statică. Toate aceste particularități ale reprezentărilor schematice și-au pus amprenta asupra reușitei activității elevilor. Dificultățile în rezolvarea problemelor s-au exprimat prin durata pauzelor. Elevii aveau deseori nevoie de sprijin, fapt confirmat de numărul mare al întrebărilor ajutătoare.

După compararea datelor sumare cu privire la rezultatele activității subiecților din diferitele grupe, este justificată întrebarea: „Ce influență exercită diferitele moduri de a aborda problema și, derivat din aceasta, unele particularități ale efectuării activității asupra reușitei rezolvării unor sarcini problematice noi, dar asemănătoare cu cele precedente. Altfel spus, se realizează oare transferul procedeelor de acțiune?"

În acest scop, după încheierea lucrărilor cu trusa nr. 1, elevilor din cele trei grupe li s-a propus să monteze, cu ajutorul trusei nr. 2, o serie de mecanisme, folosind toate combinațiile posibile de piese. Astfel, sarcina era formulată în același mod pentru toți subiecții, instrucțiunile fiind identice. Se putea presupune că elevii din primul grup se vor afla într-o situație mai bună, comparativ cu ceilalți, pentru că ei aveau acumulată o experiență de activitate independentă, dobîndită prin lucrul cu trusa de construcție nr. 1 (sarcinile trusei nr. 2 fiind orientate spre o realizare independentă).

Într-adevăr, s-a produs o oarecare îmbunătățire a reușitei transferului, mergînd de la primul grup la grupul al treilea. De pildă, s-a redus numărul etapelor de acțiune (corectă sau greșită), ceea ce atestă operarea cu „unități" mai mari; o serie de operații parțiale fiind grupate într-un ansamblu: la primul grup se înregistrează 121 de etape de acțiune corectă și 89 de etape de acțiune greșită; la grupul al doilea avem, respectiv, 94 și 69, iar la grupul al treilea 79 și 50 de etape. Prin urmare, diferențele între grupe nu sînt prea mari. Faptul este confirmat și de următorul calcul simplu: luînd drept 100% numărul total de etape de acțiune corectă, înregistrat la fiecare grup în activitatea cu ambele truse (considerate împreună), atunci, primul grup realizează 56% etape corecte cu trusa nr. 1 și 44% etape corecte cu trusa nr. 2, procentajele corespunzătoare, în ordinea celor două truse, fiind pentru grupul al doilea, 57% și, respectiv, 43%, iar pentru grupul al treilea, 51% și, respectiv, 49%. Prin aplicarea aceluiași sistem de calcul la etapele cu operații greșite, obținem, corespunzător truselor nr. 1 și nr. 2 următoarele procente: la primul grup, 52% și 48%, la al doilea grup, 52% și 48% și la al treilea grup, 54% și 46%.

După cît se pare, atît absența influenței pe care ar fi putut-o exercita specificul instructajului asupra activității celor trei grupe de subiecți, cît și absența unei influențe mai accentuate a experienței de lucru cu trusa nr. 1 asupra îndeplinirii sarcinilor implicate de lucrul cu trusa nr. 2 au o singură explicație. Deși subiecții au parcurs o perioadă destul de îndelungată de nivelare a cunoștințelor, ei au ajuns în fața experimentului cu un anumit nivel de dezvoltare a activității tehnico-constructive, cu un anumit stil de muncă. Acest stil de muncă constituit, format, a și „depășit", dacă ne putem exprima astfel, intențiile noastre experimentale. Și dacă afirmația noastră este justificată, atunci în ce constau aceste procedee de lucru consolidate? Pentru a răspunde, vom recurge la analiza calitativă a rezultatelor experimentelor.

De la bun început trebuie să menționăm că, cu toată varietatea procedeelor individuale de îndeplinire a sarcinilor, în seriile experimentale am putut stabili și unele procedee de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice care sînt comune pentru toți elevii[21].

Prin procedeu de gîndire înțelegem ansamblul operațiilor intelectuale și practice, tipice, pe de o parte, pentru rezolvarea unui anumit gen de probleme, iar pe de altă parte, pentru metodele generale de lucru ale unui anumit individ.

La baza împărțirii procedeelor de rezolvare am situat particularitățile înțelegerii problemei și ale căilor practice de rezolvare a acesteia. Prin urmare, deosebirile între procedee sînt definite prin specificul interrelațiilor dintre componentele teoretice și practice ale activității constructiv-tehnice.

Primele două feluri de procedee se caracterizează prin predominarea uneia dintre componente, în raport cu cealaltă; în cazul celui de-al treilea fel de procedee, componentele se îmbină armonios.

Procedeul bazat pe acțiuni practice prealabile s-a relevat, într-un grad mai mare sau mai mic, la 6 din 15 elevi. Desfășurarea rezolvării problemei potrivit acestui procedeu se caracterizează prin

[21] Nu inserăm aici protocoalele experimentale conținînd rezolvarea problemelor, pentru că parte dintre acestea au mai fost publicate în culegerea *Psihologia rezolvării problemelor productiv-tehnice* (1965).

aceea că oricare etapă a îndeplinirii sarcinii debutează printr-o acțiune practică: manipularea pieselor, probe de potrivire a lor una cu alta ș.a.

Rezolvarea capătă caracterul unei repetări a cîtorva serii de acțiuni monotip. Procesul de lucru propriu-zis se distinge printr-o desfășurare periodică în salturi. Repetabilitatea acțiunilor monotip constă în aceea că, angajîndu-se într-o etapă nouă a rezolvării, elevul începe iarăși să manipuleze piesele, atîta timp cît asocierea lor întîmplătoare nu duce la o idee de asamblare posibilă, adică pînă cînd această asociere este corectă. Abia atunci sînt diferențiate caracteristicile esențiale ale pieselor și se conturează un plan de acțiune. Realizarea planului se produce ulterior, în acțiuni practice strict orientate către scop, după care începe o nouă perioadă de manipulări întîmplătoare. De ele se și leagă rezolvarea cu desfășurare în salturi. O perioadă îndelungată de explorări practice duce, în final, la descoperirea unei idei și la realizarea ei destul de rapidă — apoi totul se reia de la capăt.

Trebuie să subliniem că procedeul descris este foarte asemănător cu procedeul încercărilor și erorilor, legat, adesea, de nivelul cel mai scăzut de rezolvare a problemelor. Firește că această afirmație nu trebuie extinsă la toate cazurile. Ea se va dovedi inexactă pentru multe din situațiile care apar în procesul rezolvării problemelor tehnice și tehnico-productive.

Important rămîne nu faptul că omul recurge la încercări practice însoțite de erori, ci caracterul acestor încercări și erori: în ce măsură acțiunile practice conduc la generalizări teoretice și ce influență exercită acestea din urmă asupra următoarei etape de acțiuni practice. Din păcate, în cazul analizat de noi, acțiunile (încercările) practice ale elevilor nu erau direcționate precis către alegerea succesivă a unor variante raționale de combinare a pieselor. De aceea, nu trebuie să ne surprindă că procedeul de rezolvare descris abundă în erori de construcție și acțiuni inutile.

Elevii care foloseau acest procedeu de rezolvare manifestau o extraordinară persistență a unuia și aceluiași ciclu de acțiuni repetitive.

Sistemul de lucru respectiv determină apariția unui număr considerabil de erori. Ele sînt consecința procedeului amintit de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice.

Manipularea monotipă îndelungată a pieselor, care nu duce la un rezultat pozitiv, scade activismul, nu stimulează continuarea căutării unei rezolvări sau chiar îi împinge pe elevi în situații de impas. („Nu știu ce să fac, nu reușesc"; „Nu, eu n-am să reușesc să montez mecanismul".)

Acest procedeu de rezolvare nu oferă aproape nimic pentru autoinstruire, pentru cunoaștere. De aceea, elevii care îl folosesc îndeplinesc, de regulă, cu mare dificultate sarcinile impuse de trusa pentru construcții nr. 2 (probleme de transfer al procedeelor rezolvării).

În încheiere, vom sublinia că din cei 6 subiecți care au recurs la procedeul acțiunilor practice prealabile, 3 făceau parte din primul grup. Alți 2 subiecți, din același grup, în trei cazuri au „alunecat" spre procedeul respectiv de îndată ce au întîmpinat dificultăți mai serioase.

Procedeul acțiunilor teoretice prealabile este în mare măsură opus celui dintîi. Aici, subiectul nu execută acțiuni cu caracter practic fără să reflecteze în prealabil asupra lor, fără să elaboreze o anumită strategie a rezolvării. Această modalitate de acțiune s-a manifestat foarte puternic la 4 dintre cei 15 subiecți.

În ceea ce privește unele mijloace speciale de lucru (de exemplu, manipularea pieselor, care poate fi considerată ca o încercare), trebuie observat că ele capătă un anumit specific, în funcție de caracteristicile fundamentale ale procedeului de rezolvare. În felul acesta se confirmă încă o dată ideea că așa-numita metodă a încercării și erorilor capătă un caracter diferit în dependență de o diversitate de condiții (considerații interesante în această privință se pot întîlni la L. N. Landa, 1955 și P. M. Jakobson, 1956).

S-ar părea că procedeul descris este unul dintre cele mai bune procedee de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice, legat fiind de un tip superior de activism — activismul intelectual. Totuși, și în acest caz se întîlnesc dificultăți foarte mari de construcție și destul de multe acțiuni greșite comise de subiecți. În primul rînd, se cuvine să menționăm o oarecare „temere" în fața acțiunii practice pe care o manifestă elevul (deosebit de persistentă la 2 dintre elevii noștri, deși într-o măsură mai mare sau mai mică am constatat-o la toți 4). Nu este vorba atît de reflectarea îndelungată asupra cursului realizării sarcinii, cît de faptul că elevii, pur și simplu, nu se hotărăsc să-și transpună intențiile pe planul acțiunii practice.

Ca și în cazul primului procedeu de rezolvare, și aici realizarea sarcinii are un caracter ciclic, în salturi. Totuși, etapele repetabile ale rezolvării nu se aseamănă cu cele de care vorbeam mai înainte. Fiecare pornește de la o anumită ipoteză teoretică: ce piese sînt necesare pentru montarea unor cupluri cinematice. În același timp, se conturează și o anumită imagine generală asupra modului în care acestea se vor raporta una față de cealaltă. Apoi elevii trec la întruchiparea în practică, la substanțializarea intențiilor lor; ei caută piesele a căror reprezentare o au „conturată" în plan mintal.

Întreaga rezolvare este subordonată acestei scheme de acţiuni. Chiar şi acţiunile manipulative (în cazul acesta puţine la număr) sînt prestabilite de elevi.

În comparaţie cu procedeul precedent de rezolvare a problemelor, aici caracterul manipulărilor se schimbă total, fapt pe care îl punem pe seama particularităţilor modului de rezolvare respectiv. În consecinţă, nu se pune problema dacă manipularea există sau nu. În ambele cazuri au fost prezente încercările şi acţiunile manipulative. Dar nu prin ele se defineşte modul de rezolvare.

În ce fel se constituie raporturile dintre componentele teoretice şi cele practice ale activităţii, care este dinamica lor — iată unde trebuie căutat răspunsul la întrebarea privind modalitatea respectivă, precum şi cea precedentă de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice.

De unde vine această „temere" de a acţiona practic? O generează un anumit stil de muncă: atunci cînd elevii iau în mod frecvent hotărîri care nu ţin seama de toate particularităţile situaţiei practice, construcţia conţine numeroase erori, iar elevul pierde încrederea în efectul pozitiv al efortului său practic.

Erorile ce intervin în rezolvarea problemelor prin procedul acţiunilor teoretice prealabile se pot subdiviza în două grupe.

Prima grupă cuprinde „erorile de şablonizare". În această grupă se disting două tipuri de erori.

Primul tip îl reprezintă erorile izvorîte din faptul că subiectul revine adesea la moduri anterioare de acţiune. El parcurge din nou şi din nou calea ce i-o dictează ideea pe care a adoptat-o anticipat[22]. Aceasta se leagă puternic de sistemul acţiunilor practice odată alese. Aşa, de pildă, elevul A. G. a repetat de patru ori acelaşi curs al rezolvării, dominat de una şi aceeaşi idee. El a încercat să monteze mecanismul bielă-manivelă, prevăzut în programul trusei de construcţii nr. 1, dar pînă la urmă nu a reuşit, considerînd că toate piesele trebuie montate pe o singură latură a suportului (în timp ce transmisia elicoidală se fixează pe cealaltă parte).

Întrebările ajutătoare puse de experimentator i-au folosit foarte puţin.

Al doilea tip de erori de şablonizare decurge din dificultăţile de restructurare cognitivă, din incapacitatea de a considera obiectul

[22] Şi în rezolvările bazate pe procedeul acţiunilor practice prealabile, elevii revin adesea asupra aceloraşi acţiuni practice. Natura lor psihologică diferă însă la o examinare comparativă exterioară. În cazul respectiv, erorile de şablonizare apar în urma incapacităţii de a realiza încercări orientate către un anumit scop, întrucît ipotezele riguroase lipsesc. Aici însă, ele apar din cauza numărului mare de ipoteze neverificate în practică.

(piesa) din diferite unghiuri de vedere şi, în acest sens, din puncte de vedere oarecum neuzuale.

De ce, oare, subiectul nostru, eleva M.I., nu reuşeşte să fixeze unul din capetele culisei de bielă pe eclisă? Ea nu poate realiza acest lucru pentru că reprezentarea ei asupra mecanismului bielă-manivelă este de fapt reprezentarea unui mecanism cu pistoane. O asemenea situaţie se întîlneşte frecvent la subiecţi. Aici, cursul ideilor este următorul: găsirea unei piese care să se asemene cît de cît cu pistonul. Dar această piesă nu se găseşte în faţa subiectului. Ca să se apropie de rezolvarea corectă, eleva trebuia să-şi modifice radical punctul de vedere: oare numai un mecanism de tipul pistonului poate fi bielă-manivelă? Mişcarea de „du-te-vino" nu se poate realiza prin folosirea altor piese? Această întrebare nu a fost însă pusă. În consecinţă, rezolvarea corectă a fost găsită numai cu sprijinul experimentatorului, care a orientat în mod voit subiectul către examinarea caracteristicilor necesare ale pieselor, singura cale ce a putut schimba poziţia teoretică aleasă de elevă.

Cea de-a doua grupă de erori cuprinde „erorile de reprezentare generalizată". Mai înainte remarcam rolul important pe care îl joacă, în construcţie, reprezentările despre amplasarea în spaţiu a pieselor, reprezentările privind interacţiunea subansamblelor unui mecanism. În astfel de situaţii sînt necesare reprezentările vii, concrete asupra amplasării şi mişcării obiectelor. Subiecţii recurg, în măsură mai mare sau mai mică, la sprijinul unor asemenea reprezentări, fapt care se reflectă în desenele şi în schemele întocmite de ei. Aceştia apelează la desen, de regulă, în mod independent, iar nu ca răspuns la cererea formulată de experimentator. Faptul se petrece după ce elevii îşi definesc ideea unei etape de rezolvare, fiind generat de dorinţa de a uşura trecerea la acţiunile practice. În felul acesta, schema şi desenul (de cele mai multe ori, cea dintîi) servesc ca punte originală în trecere de la idee (intenţie), la acţiune. Totuşi, ne surprinde caracterul extrem de general al reprezentărilor cu care se operează. Ele dau de fapt doar conturul obiectului lipsit de vitalitate, de concreteţe, ceea ce rezultă din numeroase desene realizate de elevi. De pildă, unul dintre subiecţi — V.A. — îşi imaginează mecanismul de culisare sub forma unei circumferinţe secţionată de o dreaptă. Această reprezentare subiectul a exprimat-o în modelul său, în care nu a fixat capătul inferior al culisei. Acelaşi subiect imaginează, la un mod cît se poate de general, mecanismul bielă-manivelă. Cu toate acestea, elevul înţelege finalitatea operaţiei de montare, adică transformarea mişcării de rotaţie într-o mişcare de „du-te-vino"; el nu-şi poate însă reprezenta concret interacţiunea dintre piesele mecanismului (măcar

dintre cele de bază), lucru care se reflectă în schemele sale. Caracterul lor fiind prea general, acestea nu pot înlesni procesul rezolvării"[23].

Trăgînd concluziile asupra considerațiilor noastre legate de cea de-a doua modalitate de rezolvare, trebuie să subliniem că atît caracteristicile acesteia, cît și erorile tipice comise de elevii respectivi ne fac să credem că, plecînd de la proiecte[24] teoretic posibile, ei pierd din vedere particularitățile concrete ale situațiilor practice.

Procedeul combinat de construire încorporează multe din trăsăturile celor două modalități de lucru descrise mai sus, fără să reprezinte însă o simplă însumare a lor. Ce anume determină aici dinamica interdependențelor dintre acțiunile teoretice și practice? Prevalarea fie a unora, fie a celorlalte? În procedeul combinat de rezolvare a problemelor, o asemenea prevalare nu există și nici nu poate exista, întrucît întregul proces de rezolvare, începînd cu ideea proiectului, se subordonează considerării concrete a situației de rezolvare (în fiecare etapă nou-creată). Conceptualizările teoretice inițiale ale elevilor pot fi înlocuite prin altele. Aici se produce o dublă determinare a procesului rezolvării.

Procedeul a fost folosit de 3 din 15 subiecți (2 din grupul al treilea și 1 din grupul al doilea). În cazul acestui mod de rezolvare, subiecții efectuează o analiză multilaterală, suplimentară, a pieselor. Ei nu trec la operațiile de montaj pînă nu termină de analizat toate piesele și pînă nu le stabilesc destinația.

Ideea inițială este în permanență corectată prin analiza situațiilor practice.

Subiectul manifestă o accentuată flexibilitate în alegerea mijloacelor rezolvării; dacă schema mintală a acțiunilor nu-l ajută, el apelează în mod repetat la analiza particularităților situației practice, recurgînd la o manipulare direcționată către un scop precis. În procesul acțiunilor practice și al confruntării acestora cu ideile și proiectele, elevul găsește principiul rezolvării.

Trebuie să ne îndreptăm atenția și spre faptul că în acțiunea manipulativă elevii caută adesea acea particularitate specifică a piesei, care le permite orientarea rezolvării spre o cale corectă. Considerăm că P. M. Jakobson a definit exact aceste fenomene, numindu-le „semne orientative" (1956). Importanța lor este realmente foarte mare, în alegerea corectă a căii constructive (cu deosebire în cazul acestei modalități de rezolvare). Trebuie să mai subliniem că aproape nici una dintre particularitățile pieselor nu se manifestă ca „semn orientativ", dacă elevul lucrează utilizînd unul din primele două procedee de rezolvare descrise. Acest lucru este de înțeles. În cazul celui dintîi procedeu, adică în cazul prevalării acțiunilor practice cu caracter manipulativ, lipsește orice idee clară, iar rezolvarea se desfășoară parcă la voia întîmplării. Aici nu există o analiză efectuată din vreun punct de vedere, și de aceea nu există nici posibilitatea de a descoperi un „semn orientativ". În cazul celui de-al doilea procedeu de rezolvare, condițiile necesare unei asemenea manifestări devin propice, sub imperiul prezenței unei idei conducătoare. Cum însă ideea este foarte abstractă și nu urmărește căutarea particularităților concrete ale pieselor, și în acest caz elevul rareori reușește să descopere „semnul orientativ". Numai apelul permanent la particularitățile situațiilor create în procesul rezolvării face din „semnul orientativ" un mijloc efectiv de rezolvare a problemei.

Este de asemenea oportun să ne oprim în amănunt asupra următorului aspect: prin ce se exprimă concret faptul că elementele situative sînt luate în considerație în procesul rezolvării problemelor de construcție tehnică.

În primul rînd, așa cum rezultă din protocolul experimentului, considerarea elementelor situative se relevă prin aceea că subiectul trece la acțiunile practice numai după ce îi devin mai mult sau mai puțin clare particularitățile constructive ale pieselor mecanismului proiectat.

În al doilea rînd, aceasta se exprimă în faptul că orice dificultate de rezolvare nu atrage după sine o simplă manipulare (cum se întîmpla în cazul primului mod de rezolvare) și nici acțiuni-șablon după o schemă teoretică elaborată înainte (ca în cazul celui de-al doilea procedeu), ci regîndirea situației create. În procesul construcției, elevii ajung adesea în situații fără ieșire, de impas. Aceasta dovedește că ei au epuizat procedeele obișnuite de rezolvare a situației problematice, procedee bazate pe experiența lor proprie. De regulă, și în prima, și în a doua modalitate de rezolvare a problemelor, ieșirea din impas era indicată de experimentator. Numai modalitatea combinată de rezolvare a problemelor oferă elevilor posibilitatea de a depăși în mod independent dificultățile.

În încheiere am dori să subliniem că, în realizarea sarcinilor prin această ultimă modalitate, elevii recurg adesea la schițe, desene, scheme, indicînd prin săgeți direcția mișcării diferitelor piese și caracterul interacțiunii dintre ele.

[23] Elevii cunoșteau toate semnele convenționale necesare folosite în schemă, fapt de care ne-am convins la orele de egalizare a cunoștințelor.

[24] Schemele de rezolvare create de elevi într-o formă generalizată sînt corecte din punct de vedere logic.

Cu atît mai frecvent am constatat acest lucru în cazul situațiilor de impas.

Reprezentările elevilor au un caracter concret, care atestă manifestarea forței imaginilor și a capacității de a opera cu modele spațiale dinamice. Probabil nu este întîmplător faptul că în fața dificultăților elevii recurg la reprezentări. Schema și desenul constituie pentru ei un mijloc de traducere a acțiunii din planul ideilor în cel al practicii și invers.

În felul acesta, am putut distinge trei modalități constituite în rezolvarea problemelor de construcție tehnică. Cea mai eficientă dintre ele este modalitatea combinată. De aceea, în mod legitim se naște întrebarea: „Care sînt căile de învățare a procedeelor rezolvării problemelor de construcție tehnică?"

4. CĂILE FORMĂRII UNOR MODALITĂȚI EFICIENTE DE REZOLVARE A PROBLEMELOR CONSTRUCTIV-TEHNICE

Rezolvarea problemelor constructiv-tehnice reprezintă un proces complex, care nu depinde numai de nivelul pregătirii teoretice al elevilor. S-a constatat că, în cazul construcției, orice produs intermediar al activității poate schimba întregul curs al procesului rezolvării sau îl poate determina într-un mod absolut nou. Tocmai așa decurge rezolvarea problemei de către subiecții care și-au însușit procedeul combinat — cel mai eficient dintre toate. În cazul celorlalte procedee, activitatea elevilor se transformă adesea într-o suită de încercări haotice și erori sau urmează linia „vectorului inerției", apărut sub influența reprezentărilor, a tiparelor și modelelor uzuale. Și în cazul încercărilor haotice și al erorilor, în cele din urmă se poate ajunge la o rezolvare (G. Altschuller, 1969, G. Dickson 1969 și alții), dar cu prețul unor mari eforturi intelectuale, al unui consum neproductiv de timp și fără ca elevii să generalizeze căile corecte de rezolvare. Aici, un rol important îl joacă întîmplarea. Or, știm bine că valoarea ei pedagogică este minimă. În ceea ce privește activitatea conformă cu „vectorul inerției", inconsistența ei devine evidentă în rezolvarea problemelor noi, care duc la situații de impas.

Sînt posibile cel puțin două căi de învățare a modalităților de rezolvare a problemelor de construcție tehnică. În primul rînd, pot fi create condiții în care fiecare acțiune a omului să fie reglată anticipat, printr-un sistem riguros de instructaje succesive, care impun efectuarea unei anumite acțiuni strict determinate. În al doilea rînd, teoretic este posibilă și o altă situație, în cazul căreia instructajele au un caracter general, urmărind orientarea subiectului către o alegere corectă a direcției activității.

Dacă vom considera noțiunea de algoritm drept un program de operații efectuate succesiv, fiecare dintre ele avînd un sens univoc determinat și dacă totalitatea acestor operații poate fi aplicată în rezolvarea unui număr mare de probleme care aparțin unei clase (tip, gen etc.), atunci prima cale de rezolvare a problemelor am putea s-o denumim concret-algoritmică, iar cea de-a doua, general-algoritmică.

Firește că o asemenea interpretare a noțiunii de algoritm nu coincide cu noțiunea de algoritm matematic. Ea se apropie mai degrabă de accepția pe care i-o conferă L. N. Landa. Semnalînd că algoritmii pot constitui unul din mijloacele de dirijare a procesului instructiv, L. N. Landa subliniază, îndreptățit, după părerea noastră, că noțiunea de algoritm matematic „este legată de transformarea obiectelor care aparțin doar unor genuri standard . . ., formalizarea completă a procesului acestei transformări dovedindu-se greu aplicabilă în pedagogie și psihologie" (1966, p. 55). Totuși, se poate construi un sistem de instructaje, care să posede o serie de trăsături esențiale ale algoritmului, dintre ele autorul distingînd caracterul determinativ al acțiunilor, caracterul de masă și rezultativ. „Pentru a deosebi instructajele de acest ultim tip de instructaje-algoritm în sensul strict al cuvîntului, le vom denumi instructaje de tip algoritmic sau . . . instructaje algoritmice" *(idem)*.

Noțiunile de algoritm concret și general, introduse de noi, nu sînt algoritmi matematici, ci se referă exclusiv la instructajele de tip algoritmic.

Analizînd în continuare deosebirea dintre algoritmul concret și algoritmul general putem, înainte de toate, să distingem gradul de generalitate al instructajelor ca atare: instructajul vizează un grup restrîns de obiecte (sau un singur obiect) sau poate fi aplicat unei categorii foarte largi de obiecte. Algoritmii generali au drept specific faptul că nu conțin instructaje privind fiecare operație concretă, ci stabilesc doar direcția, pe care, dacă o urmezi, trebuie să definești singur sistemul de operații concrete ce-ți vor asigura reușita. Direcțiile se pot stabili numai pe baza analizei teoretice și experimentale a activității de rezolvare a unui anumit tip de probleme, proces în care vor fi reliefate caracteristicile esențiale ale activității respective.

Noi am presupus că aplicarea algoritmilor generali poate contribui la elaborarea unor modalități eficiente de rezolvare a dife-

ritelor tipuri de probleme constructiv-tehnice, la formarea unor moduri concrete de abordare a rezolvării lor.

Se nasc însă întrebările: cum se transformă, în cazul acesta, activitatea omului şi ce influenţă exercită aplicarea, de lungă sau scurtă durată, a algoritmilor de generalizare, asupra procesului şi rezultatelor activităţii independente ulterioare.

Pentru a clarifica aceste două probleme fundamentale, am organizat un experiment instructiv, care a constat din următoarele momente: două grupuri de elevi echivalente ca valoare (pregătite preliminar în discipline tehnice, printre care şi mecanica tehnică) au primit spre rezolvare un set de probleme constructiv-tehnice.

Un grup trebuia să le rezolve fără aplicarea algoritmului de generalizare, iar celălalt, cu aplicarea acestui fel de algoritm.

Apoi celor două grupuri li s-a propus să rezolve independent alte cîteva probleme (fără nici un fel de instructaje, de întrebări ajutătoare sau sprijin din partea experimentatorului).

Subiecţii erau elevi ai şcolii tehnice profesionale nr. 40 din Moscova, aflaţi la finele primului an şi la începutul celui de-al doilea an de şcolarizare. Am ales ca subiecţi elevi dintr-o şcoală tehnică profesională pentru că aveau o pregătire tehnică mai bună şi nu erau străini de producţia ca atare. Elevii făceau parte dintr-o grupă de lăcătuşi sculeri-matriţeri, iar în programa pregătirii lor figurau matematica, o serie de discipline tehnice (mecanica tehnică, tehnologia metalelor, toleranţe şi măsuri tehnice, bazele electrotehnicii şi ale electronicii industriale, desenul), un curs de tehnologii de specialitate (curs general de lăcătuşărie şi scule), practica de producţie (repararea şi confecţionarea de matriţe şi scule, practica la locul de muncă în atelierul întreprinderii).

Toţi subiecţii absolviseră cursul de mecanică tehnică, dobîndind astfel cunoştinţe de bază în domeniul maşinilor şi mecanismelor.

Vom descrie mai întîi problemele experimentale din fiecare serie. Problemele aveau acelaşi conţinut, la ambele grupuri de subiecţi. În seria I de experimente, ne-am propus să stabilim nivelul cunoştinţelor şi al deprinderilor la subiecţii aleşi. Au fost date o serie de probleme tehnico-constructive concepute după modelul cutiei-problemă, model obişnuit pentru o problemă de construcţie. Din punct de vedere psihologic, problemele implicau o rezolvare atît în plan intelectual, cît şi în plan intuitiv-figural, solicitînd îmbinarea gîndirii deductive cu reprezentări spaţiale adecvat dezvoltate.

Seria a fost alcătuită din patru probleme, pentru care elevii au primit acelaşi instructaj.

Problemă. „În desen este arătat aspectul exterior al unei cutii, în interiorul căreia se află un mecanism. Desenaţi schema cinematică a acestui mecanism".

Prezentăm conţinutul problemelor şi soluţiile-etalon ale acestora (fig. 15, *a, b, c, d*).

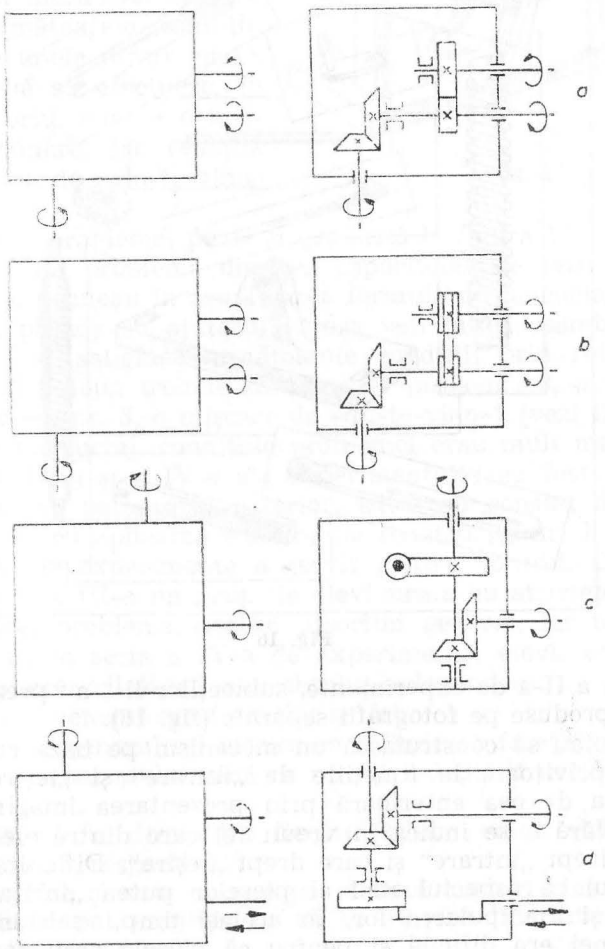


Fig. 15

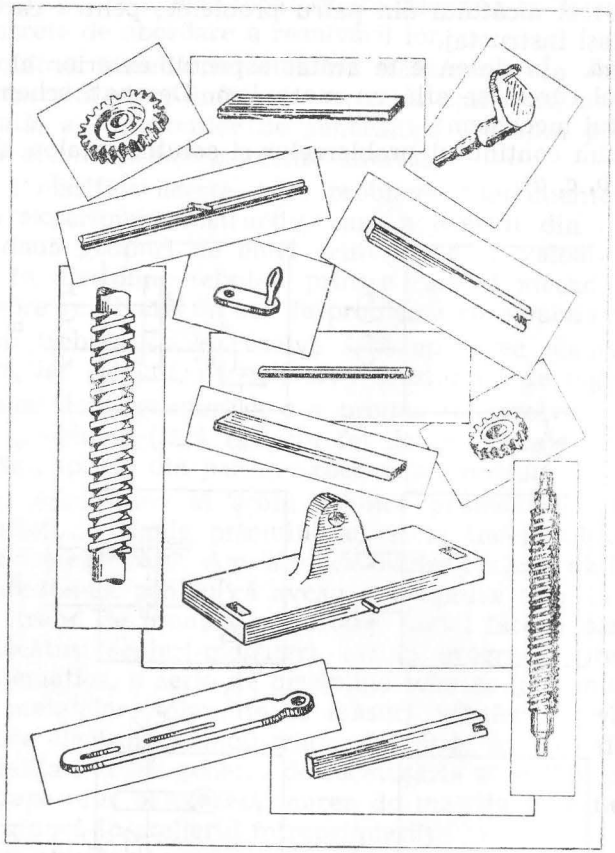


Fig. 16

În seria a II-a de experimente, subiecților li s-au prezentat piese în plus, reproduse pe fotografii separate (fig. 16).

Ei trebuiau să construiască un mecanism pe baza cunoștințelor transmise privitoare la funcțiile de „intrare" și „ieșire". Sarcina se deosebea de cea anterioară prin prezentarea imaginii pieselor reale, dar fără a se indica în vreun fel care dintre ele trebuie să servească drept „intrare" și care drept „ieșire". Dificultatea pornea de la faptul că aspectul real al pieselor putea „incita" elevii la încercarea și manipularea lor. În același timp, realizarea cerințelor problemei era dificilă și pentru că piesele erau reproduse pe fotografii separate. Subiecții puteau apela desigur la desene și

scheme, dar aceasta este o cu totul altă situație, decît aceea în care se poate acționa pur practic.

Enunțul problemei este: „Alegeți din aceste piese pe cele cu ajutorul cărora poate fi asamblat un mecanism care să satisfacă următoarele condiții: prin rotirea uneia dintre piese, celelalte două să efectueze, în mod obligatoriu, una — o mișcare de legănare, iar cealaltă — o mișcare de «du-te-vino» (rectilinie)".

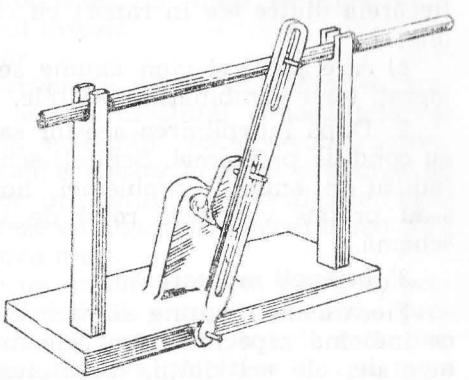


Fig. 17

Rezolvarea problemei poate fi urmărită în figura 17.

Dacă această problemă depășea capacitatea de rezolvare a subiecților, ei o primeau în următoarea formulare (instructaj):

„Alegeți piesele cu ajutorul cărora veți putea asambla un mecanism care să satisfacă următoarele condiții: prin rotația piesei nr. 1, celelalte două trebuie să execute: piesa nr. 2, o mișcare de balansare, piesa nr. 3, o mișcare de «du-te-vino»" (vezi fig. 16).

În acest instructaj, condițiile problemei erau mult mai concrete.

Seriile a III-a și a IV-a ale experimentului au fost identice cu cele descrise în paragraful anterior, adică au constat din aceleași probleme, dar cu aplicarea truselor de construcție nr. 1 și 2.

Seria IV de experimente a servit pentru control. Dacă în seriile a II-a și a III-a un grup de elevi urma cu strictețe, în rezolvarea fiecărei probleme, același algoritm general, iar un alt grup lucra fără el, în seria a IV-a de experimente, elevii erau puși în condiții similare, adică acționau absolut independent.

Algoritmul general era formulat astfel:

„1. Dacă în general ați înțeles ce trebuie să faceți[25], nu începeți construcția mecanismului pînă ce nu ați îndeplinit următoarele sarcini:

a) gîndiți-vă la destinația fiecărei piese, adică stabiliți la ce poate servi piesa respectivă;

b) care piese și cum anume pot alcătui cupluri cinematice, respectiv, cum se pot asambla ca să se asigure libertatea deplasării

[25] Se avea în vedere îndeplinirea fiecărei probleme concrete.

fiecăreia dintre ele în raport cu cealaltă. Enumerați cuplurile posibile;

c) care piese și cum anume se pot asambla fix între ele. Enumerați toate combinațiile posibile.

2. După îndeplinirea acestor sarcini, familiarizați-vă încă o dată cu condiția problemei. Schițați schema de principiu a mecanismului indicat în enunțul problemei, hotărînd care dintre piesele ce vi s-au propus vor avea rolul de verigi principale, reprezentate în schemă.

3. Începeți montarea".[26]

Fiecare instrucțiune din acest algoritm general poate fi socotită ca indicînd aspecte dintre cele mai generale, de principiu, fundamentale, ale activității, totalitatea lor alcătuind esența definitorie a respectivei activități. Într-adevăr, reușita rezolvării acestui tip de probleme tehnico-constructive, realizate în plan intelectual, intuitiv-figural sau practic[27], depinde, în primul rînd, de luarea în considerare a funcțiilor elementelor propuse, apoi de alegerea variantelor de combinații posibile (mobile și fixe) și, în sfîrșit, de reprezentarea schematică clară a principiului de acționare a instalației și de punerea corectă în relație a diferitelor componente (fie și numai a celor principale, la început) ale schemei desenate, cu obiectele (piesele) concrete.

Dacă examinăm prima instrucțiune *(a, b, c)*, care trebuia realizată independent de conținutul concret al fiecărei probleme, ne vom convinge de îndată că îndeplinirea instrucțiunilor duce la formarea unei baze largi de orientare a activității. Astfel, analizînd destinația funcțională a pieselor, subiectul obține informații utile pentru activitatea lui viitoare. Să admitem, de pildă, că în seria a II-a de experimente, distingerea, printre alte piese, a eclisei cu crestătură va sugera, în rezolvarea problemei concrete, folosirea ei ca culisă. Tot astfel, analiza prealabilă a uneia dintre combinările fixe (de pildă, a plăcii de reazem și a suporților) poate duce (în rezolvarea problemei concrete) la apariția ideii de a le folosi ca suporți pentru întreaga construcție. Numeroase exemple similare se pot găsi cu ușurință.

În felul acesta, algoritmul nostru general îi obliga pe subiecți să se concentreze asupra esențialului în activitate, creîndu-le în mod real o bază largă de orientare. Acest algoritm determina parcă

[26] Sau: desenarea schemei sau a schiței și explicarea modului de acționare a instalației, ca în seria a II-a de experimente.

[27] Este vorba despre categoria foarte largă a problemelor tehnico-constructive care se rezolvă prin construcții din elemente prefabricate.

direcția generală a rezolvării problemei, în timp ce algoritmul concret urma să fie căutat de elevul însuși.

Să trecem la analiza rezultatelor.

Scopul primei serii (I) de experimente era strict delimitat: trebuia obținută o imagine inițială asupra nivelului cunoștințelor și deprinderilor elevilor în domeniul activității tehnico-constructive. O altă sarcină, tot atît de importantă, consta în a ne convinge de corectitudinea selectării subiecților din lotul de investigație: grupurile de elevi care urmau să lucreze cu algoritmul general sau fără el trebuiau să nu se diferențieze prea mult.

În acest scop, timp de aproape un an am observat elevii respectivi la lecții. Am putut astfel alcătui două grupuri de elevi, aproximativ egale ca nivel de pregătire, ca atitudine față de instruire, față de propriile lor posibilități de a rezolva probleme de construcție tehnică. Erau în total 12 elevi de nivel mijlociu, cîte 6 în fiecare grup. Era necesar să avem două grupuri aproximativ asemănătoare, pentru că elevii unui grup (seriile a II-a și a III-a de experimente) urmau să aplice algoritmul general, în timp ce elevii celuilalt grup trebuiau să acționeze exclusiv pe baza experienței lor anterioare și a unor procedee de rezolvare a problemelor, deja însușite. Așadar, în seria respectivă de experimente am dorit să ne convingem asupra justeței selecției făcute.

În primul rînd, trebuie să menționăm că nici unul dintre subiecții noștri nu a refuzat (erau 4) să rezolve problemele, fie pentru că i-ar fi lipsit cunoștințele, fie pentru că nu ar fi avut îndemînarea necesară. Aceasta nu înseamnă însă că toate problemele au fost rezolvate corect și că subiecții nu au întîmpinat unele dificultăți în desfășurarea rezolvării.

Datele comparative asupra reușitei rezolvării problemelor de către elevii din grupurile *A* și *B*[28] sînt prezentate în tabelul nr. 2.

Tabelul nr. 2

Date comparative privind caracterul rezolvării problemelor de către subiecții din grupurile A și B

Grupurile de subiecți	Caracterul rezolvării problemelor			
	Corect	Parțial corect	Greșit	Numărul variantelor corecte de rezolvare a aceleiași probleme
A	16	5	3	15
B	14	4	6	11

[28] În seria I de experimente, problemele și instructajele sînt aceleași. În continuare, grupul *B* va folosi în rezolvare algoritmul general.

Din tabelul nr. 2 rezultă că nu există diferenţe sensibile în rezultatele rezolvării problemelor de către subiecţii celor două grupuri.

Este adevărat că din acelaşi tabel rezultă, de asemenea, o reuşită mai bună a elevilor din grupul *A*, desemnat să lucreze în viitor fără folosirea algoritmului general. Era de presupus că uşoara „superioritate" a grupului *A* faţă de grupul *B* va fi ulterior compensată de elevii din grupul *B*, pe seama folosirii algoritmului general.

Mult mai interesant este să lămurim care au fost erorile tipice şi dificultăţile intervenite în îndeplinirea sarcinilor noastre experimentale de către subiecţi. Dificultăţile s-au manifestat în rezolvările parţial corecte[29], dar au putut fi observate şi în procesul rezolvării problemelor încheiate cu un rezultat corect. Dovada o fac încercările efectuate de elevi şi soldate cu nereuşite. Dificultăţile s-au reflectat, de asemenea, în multiple variante de rezolvare a aceleiaşi probleme (am stimulat elevii ca, după găsirea soluţiei corecte, să propună încă 1—3 variante posibile). Toate acestea ne îndreptăţesc să vorbim despre dificultăţi şi erori tipice ale subiecţilor, deoarece le-am constatat la toţi elevii şi la toţi parametrii de analiză a reuşitei rezolvării, pe care i-am stabilit.

Din trei dificultăţi principale, cea dintîi s-a manifestat prin predominarea planului noţional sau figural de rezolvare a problemelor, în lipsa unei interacţiuni mai strînse între aceste planuri. Calea noţională de rezolvare constă în stabilirea raporturilor cauză-efect existente între piesele în mişcare ale mecanismului. Dar dacă aceasta nu se sprijină pe reprezentarea vie a pieselor aflate în interacţiune, succesul va fi minim. În mod similar, planul figural, prea puţin legat cu logica relaţiilor cauză-efect, îngreuia simţitor rezolvarea.

De exemplu, în cazul rezolvării primei probleme, subiectul A.I., ţinînd seama de caracterul mişcării verigilor de antrenare şi acţionate[30] (ele execută mişcările de rotaţie) şi pe baza cunoştinţelor asimilate anterior, a trebuie să ajungă la concluzia că în situaţia respectivă este necesară folosirea sistemului de transmisii (şi nu de transformare a mişcării). Mai departe, trebuia observat şi reprezentat faptul că arborele „an" şi primul arbore „ac" se intersectează.

[29] Am considerat rezolvări parţial corecte rezolvările din care rezultă clar că elevii au ales teoretic corect piesele necesare pentru construcţie, că au încercat să le asambleze, dar, din pricina unei insuficiente clarităţi a reprezentărilor spaţiale şi a nepriceperii de a reproduce legăturile spaţiale, munca lor nu s-a putut încheia printr-o reuşită deplină.

[30] În continuare, expresiile „de antrenare" şi „acţionat" vor fi notate prin „an" şi „ac", aşa cum se practică în disciplinele tehnice.

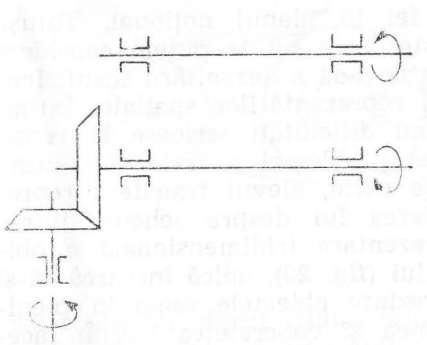


Fig. 18

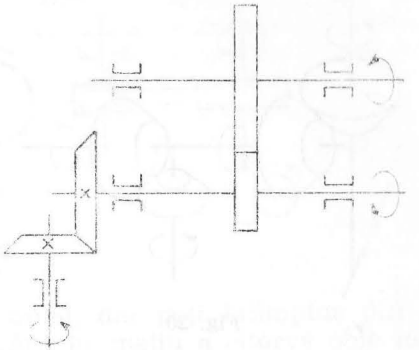


Fig. 19

De aici, concluzia foarte importantă cu privire la necesitatea folosirii transmisiei prin fricţiune cu roţi conice sau a transmisiei cu roţi dinţate conice. Avînd în vedere direcţia mişcării arborelui „an", este uşor de imaginat construcţia redată în figura 18. Apoi, subiectul trebuia să ţină seama de faptul că doi arbori „ac" sînt paraleli. În consecinţă, între ei putea interveni, în principiu (dacă acum primul arbore „ac" îl vom considera ca „an"), o transmisie prin fricţiune cu roţi cilindrice, cilindrică cu roţi dinţate, ori o transmisie prin curea sau prin lanţ. Pornind de la direcţia mişcării arborilor (în sensuri opuse), devine oportună folosirea roţilor cilindrice. Dacă, în primul caz, s-a decis aplicarea transmisiei cu roţi dinţate conice, aici nu va fi greu de reprezentat o pereche de roţi cilindrice şi rezolvarea va fi găsită (fig. 19).

Acest program de acţiuni poate căpăta în mintea elevilor un caracter mai mult sau mai puţin rezumativ sau desfăşurat; esenţa lui trebuie să rămînă însă neschimbată; aici, raţionamentul şi reprezentarea, noţiunea şi imaginea, se succed, se consolidează reciproc, se află în interacţiune.

Totuşi, nici pe departe lucrurile nu s-au petrecut în felul acesta cu toţi elevii. Mulţi dintre ei, prinşi în rezolvarea problemelor, uitau parcă necesitatea folosirii unui anumit sistem de cunoştinţe, străduindu-se să acţioneze numai pe temeiul suportului intuitiv sau al reprezentărilor. De pildă, subiectul S.G. descrie pe loc construcţia arborelui şi a roţii: „Avem un arbore, deci ne putem reprezenta pe el o roată" (o imagine foarte obişnuită). „Avem o roată, de regulă, de ea este angrenată o altă roată". Din nou o relaţie spaţială obişnuită între două roţi. Dar în ce scop sînt date toate acestea? Nu se ştie. Sistemul operaţiilor intuitiv-figurale nu este inclus în nici

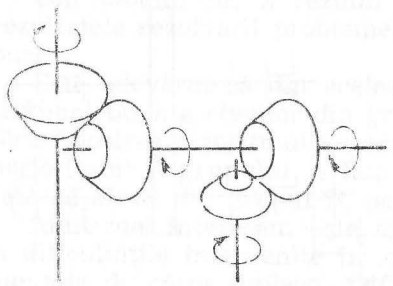


Fig. 20

un fel în planul noţional. Totuşi, aceste fapte nu le putem considera ca o dovadă a dezvoltării insuficiente a reprezentărilor spaţiale. Întîmpinînd dificultăţi serioase în rezolvarea problemei a treia şi căutînd să le evite, elevul transferă reprezentarea lui despre schemă într-o reprezentare tridimensională a obiectului (fig. 20), adică încearcă să-şi reprezinte obiectele reale în plenitudinea şi concreteţea lor. În acelaşi mod, decurge şi activitatea altor subiecţi, deîndată ce întîlnesc un obstacol serios. Nereuşind să rezolve cea de-a treia problemă, subiectul B.T. transferă schema funcţionării variatorului cu fricţiune în imaginea unui obiect tridimensional, sperînd ca reprezentarea obiectului real să-l ajute în aflarea soluţiei.

Aşadar, în rezolvarea problemei constructiv-tehnice elevii îşi pot reprezenta schematic unele piese, interdependenţa lor, pot transpune schema în desen (reprezentarea despre schemă, în reprezentarea despre obiectul real), pot reproduce toate acestea. Reuşita nu este însă obţinută pentru că planul figural domină în rezolvare planul noţional.

Experimentele au oferit totuşi şi situaţii inverse, cînd sistemul noţional îl domina pe cel figural. Lucrul acesta s-a resimţit cu deosebire în rezolvarea problemelor mai dificile (a treia şi a patra), unde interacţiunea dintre componentele noţionale şi figurative constituia de fapt garanţia trainică a succesului. În cazurile respective, planul noţional al acţiunilor, desprins de cel figural, devenea preponderent. În rezolvare, el era exprimat de subiecţi printr-o serie de formulări verbale de tipul: „Dacă axele se încrucişează, transmisia va fi cu şurub fără sfîrşit", „Dacă axele se intersectează, este necesară o transmisie cu roţi dinţate conice" ş.a.m.d. Totul este corect, dar rezolvarea fie că nu reuşeşte, fie că se obţine extrem de greu. Elevii nu sînt capabili să-şi sprijine proiectele pe reprezentări clare.

Cea de-a doua categorie de dificultăţi şi erori este legată, într-adevăr, de o insuficientă dezvoltare a reprezentărilor spaţiale — deşi afirmaţia ca atare: „reprezentări spaţiale slab dezvoltate", este prea generală. După părerea noastră, unele laturi ale reprezentărilor spaţiale pot avea o dezvoltare relativ satisfăcătoare, în timp ce altele pot fi dezvoltate insuficient. De pildă, eşti în stare să

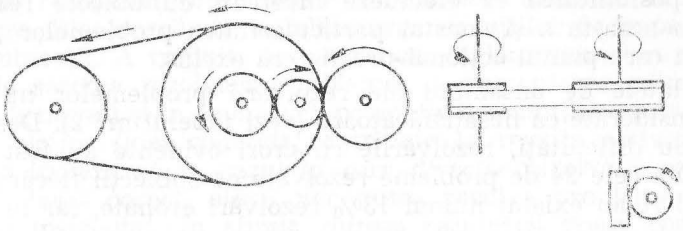


Fig. 21

reprezinţi un obiect tridimensional izolat, dar poţi întîmpina dificultăţi serioase în reprezentarea situării în spaţiu a cîtorva obiecte de acest fel şi a interacţiunii dintre ele.

Aproximativ acelaşi lucru s-a petrecut şi cu subiecţii noştri (cu deosebire în rezolvarea problemelor a treia şi a patra).

Elevilor le-a fost foarte greu să-şi reprezinte în interacţiune piesele dispuse în angrenaje intersectate şi încrucişate, pentru că ei trebuiau să aibă „o viziune" la fel de perfectă asupra mecanismului privit de sus, dintr-o parte şi din faţă. Subiecţii îl vedeau parcă dintr-un singur unghi. De pildă, în rezolvarea problemei a treia, subiectul A.Z. (fig. 21) înţelegea că trebuie să privească mecanismul din diferite unghiuri. Totuşi, schiţele executate de A.Z. reflectă unilateralitatea reprezentării (tendinţa de a vedea mecanismul numai de sus). Mulţi subiecţi văd mai bine o porţiune a mecanismului dintr-o anumită parte (de pildă, de sus), iar o altă porţiune a mecanismului, dintr-o altă parte (de pildă, din faţă). În schiţa subiectului D.B. (problema a treia), roţile dinţate cilindrice sînt văzute de sus, în timp ce roţile dinţate conice sînt văzute lateral (fig. 22).

Situaţiile menţionate sînt caracteristice, într-o măsură mai mare sau mai mică, pentru majoritatea elevilor. Aici se manifestă, neîndoielnic, nepriceperea de a opera cu legăturile şi relaţiile spaţiale. Subiecţii văd dispunerea obiectelor într-un singur plan, fiindu-le greu să considere de pe o altă poziţie interacţiunea dintre acestea.

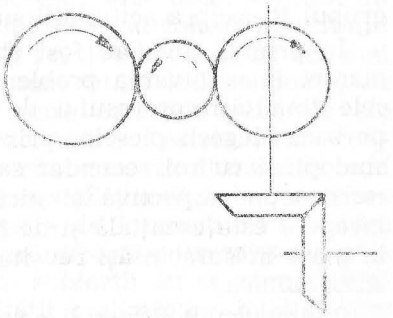


Fig. 22

Multe din dificultăţile menţionate ar dispărea dacă le-am oferi

elevilor posibilitatea să efectueze încercări cu obiecte reale. Or, tocmai în aceasta a şi constat particularitatea problemelor propuse de noi, în care planul acţional-practic era exclus.

Rezultatele de ansamblu ale rezolvării problemelor nu pot fi totuşi considerate ca nesatisfăcătoare (vezi tabelul nr. 2). Deşi elevii întîmpinau dificultăţi, rezolvările cu erori evidente au fost relativ puţine. Din cele 24 de probleme rezolvate de subiecţii fiecărui grup, în grupul *A* au existat numai 13% rezolvări eronate, iar în grupul *B*, 25%.

Rezultate mulţumitoare au fost constatate în domeniul dezvoltării priceperii de a construi independent. Capacitatea elevilor de a elabora cîteva variante de rezolvare pentru una şi aceeaşi problemă constituie un indiciu. Opt subiecţi (cîte patru din fiecare grup) au propus cîteva variante de rezolvare. Prin urmare, ei nu au manifestat nici „inerţie acţională" şi nici nu s-au lăsat acaparaţi de soluţia odată găsită, atitudine dovedită la mulţi dintre elevii cuprinşi în seria respectivă de experimente.

Această reuşită în rezolvarea problemelor constructiv-tehnice de către elevii şcolilor tehnice profesionale se explică în mare măsură printr-o mai bună pregătire tehnică (în comparaţie cu a celorlalţi elevi).

Care sînt particularităţile procesului de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice în cazul utilizării algoritmului general, şi în cazul neaplicării acestuia?

Toţi elevii (cu excepţia unuia singur din grupul *A*), într-un fel sau altul, s-au achitat de sarcina rezolvării problemelor în seria a II-a de experimente. De aceea, ar fi interesant să relevăm nu atît reuşita de ansamblu a rezolvării, ci, mai degrabă, particularităţile procesului rezolvării în cele două grupuri de subiecţi, precum şi influenţa pe care o exercită aplicarea algoritmului general (în grupul *B*) asupra activităţii subiecţilor.

În primul rînd, au fost stabiliţi o serie de indicatori ai performanţei în rezolvarea problemelor. Printre aceştia se numără indicele finalităţii procesului de rezolvare: elevul începe să acţioneze pe baza alegerii pieselor principale sau începe să construiască folosind piese cu rol secundar sau piese de care nu are nevoie nici în construcţia respectivă şi nici în general?[31] Întrebarea: „Cu ce se începe"? este esenţială şi de răspunsul la această întrebare a depins în mare măsură însăşi reuşita muncii. Independenţa elevilor în desfăşurarea rezolvării problemelor o confirmă numărul întrebărilor ajutătoare. Ele contribuie la înlăturarea situaţiilor de impas la care ajung subiecţii. A trebuit, de asemenea, să lămurim cum se achită elevii de sarcina rezolvării problemei la prezentarea primului instructaj (general) şi în ce măsură prezentarea condiţiilor prin instructajul al doilea (mai concret) contribuie la reuşita activităţii. Noi am emis ipoteza că în cazul în care direcţia rezolvării este de la început aleasă corect, elevii vor putea rezolva problema pe baza primului instructaj. În sfîrşit, durata rezolvării poate constitui şi ea un indicator general al reuşitei (fireşte, prin comparaţia cu ceilalţi indicatori).

[31] Amintim că elevilor li s-au propus mai multe piese decît le era necesar pentru construcţie.

Tabelul nr. 3

Rezultatele de ansamblu ale reuşitei rezolvări a problemelor de către subiecţii din grupele *A* şi *B* (seria a II-a de experimente)

Grupurile de subiecţi	Indicatorii performanţei în rezolvarea problemelor					
	Numărul elevilor care au început rezolvarea cu alegerea pieselor principale	Numărul elevilor care au început rezolvarea cu alegerea pieselor secundare	Numărul întrebărilor ajutătoare (pentru toţi subiecţii)	Numărul elevilor care au rezolvat problema după transmiterea primului instructaj	Numărul elevilor care au rezolvat problema la transmiterea instructajului al doilea	Durata totală a rezolvării
A	2	4	27	1	5	3 ore, 31 minute
B	6	—	13	3	3	2 ore, 39 minute

Datele prezentate demonstrează succesul mai mare obţinut în rezolvarea problemelor de către subiecţii care au folosit algoritmul general (grupa *B*). Finalitatea procesului rezolvării a fost de cea mai bună calitate. Elevii au dat dovadă de mai multă independenţă, au reuşit să îmbine într-o măsură mai mare cerinţele generale ale problemei cu mijloacele concrete de rezolvare a acesteia. Ei au consumat mai puţin timp şi efort pentru căutarea rezultatului corect. Această din urmă afirmaţie poate să apară paradoxală, deoarece subiecţii trebuiau să îndeplinească o serie de instrucţiuni de lucru care la prima vedere nu aveau o legătură directă cu rezolvarea problemei concrete respective. Într-adevăr, subiecţii au consumat relativ mult timp pentru efectuarea activităţii preliminare, dacă îl vom raporta la durata totală a execuţiei sarcinii în ansamblu. În schimb

eforturile şi timpul cheltuit pentru procesul propriu-zis al rezolvării problemei concrete s-au dovedit a fi cu mult mai reduse în comparaţie cu situaţia înregistrată la grupul *A*.

Să urmărim acum prin ce anume s-au deosebit modalităţile de rezolvare la elevii din cele două grupuri. Am putut constata că la elevii din grupul *A* a predominat procedeul acţiunilor teoretice prealabile, în timp ce la elevii din grupul *B* — procedeul combinat. Bineînţeles că şi în aceste experimente unii dintre elevii celor două grupuri au manifestat stări de blocaj generate de particularităţile situative ale activităţii sau au absolutizat calea de rezolvare odată stabilită, rămînînd puternic ataşaţi de unele modele cunoscute din experienţa lor anterioară. De exemplu, subiectul V. Bir. declară: „Iată o manivelă cu care se poate ridica masa maşinii de găurit". El vede deci pentru piesa respectivă o destinaţie foarte concretă. Subiectul S.K., dimpotrivă nu-şi poate aminti deloc unde a mai întîlnit o asemena piesă, din care cauză consideră că „vergeaua cu o proeminenţă pe suprafaţă nu se potriveşte nicăieri". Mai mult, unul dintre subiecţi (M. Kar.) a modificat condiţia problemei în avantajul unor cunoştinţe pe care le poseda (el a introdus în inventarul pieselor un arc, deşi ştia foarte bine că un asemenea lucru nu îi este permis).

Elevii din grupul *A* au rezolvat problema, în principal, prin procedeul acţiunilor teoretice prealabile. La fiecare etapă nouă de acţiune, ei plecau de la o serie de ipoteze teoretice, se străduiau să-şi realizeze proiectele, folosind sistemul de noţiuni cunoscute cu privire la transmisii şi la transformarea mişcării de rotaţie. Totuşi, ignorarea particularităţilor apărute în rezolvarea situaţiilor practice, dificultatea operaţiei practice propriu-zise, făcea ca elevii să păşească pe o cale de rezolvare mai complicată pentru ei.

Orientarea după acest procedeu era, pînă la un anumit punct, determinată de însăşi practica învăţării. Elevii dobîndiseră cunoştinţe temeinice de mecanică tehnică de la un profesor de înaltă calificare. La rugămintea noastră, acesta a acordat un maximum de atenţie studierii capitolului despre mecanisme. Elevii au efectuat numeroase exerciţii pentru elaborarea schemelor mecanismelor şi şi-au format o idee clară asupra caracteristicilor mişcării, angrenării şi interacţiunii pieselor (mai ales sub aspect schematic). Lor le lipsea însă experienţa rezolvării problemelor de construcţie tehnică şi cu atît mai mult experienţa îndeplinirii sarcinilor pînă la etapa realizării practice a acestora.

Aplicarea algoritmului general (grupul *B*) i-a obligat pe elevi să schimbe procedeele rezolvării problemelor constructiv-tehnice. Analiza şi sinteza multilaterală preliminară desfăşurată de elevi i-a

ajutat să înţeleagă că este foarte posibil ca una şi aceeaşi piesă sau un ansamblu de piese să aibă destinaţii diferite, le-a dezvăluit semnificaţia particularităţilor constructive, i-a convins că reprezentările pe care le au asupra schemelor unor mecanisme pot corespunde unor obiecte reale, deosebite ca aspect exterior. În acelaşi timp, toate acestea făceau ca subiecţii să raporteze propriile lor proiecte şi reprezentări teoretice asupra schemelor la particularităţile construcţiei luată în ansamblu sau la subansamblele ei. Fiecare rezultat practic dobîndit parţial era analizat din punctul de vedere al corespondenţei sale cu proiectul iniţial, pe care îl putea modifica. Acest fapt a influenţat favorabil procesul rezolvării problemelor.

Nu putem trece cu vederea nici faptul că îndeplinirea instructajelor de lucru, care au contribuit la formarea unei serioase baze orientative în activitatea elevilor, se desfăşura sub controlul permanent al experimentatorului. Fără acest sprijin, elevii rareori ar fi reuşit să se ridice pînă la valoarea necesară a analizei şi sintezei. Astfel, în analiza independentă a destinaţiei funcţionale posibile a pieselor erau numite 10—13 piese, dintr-un total de 14. Numeroşi elevi formulau o denumire aproximativă a piesei, fără să-i indice funcţia,. Acelaşi caracter parţial (eventual şi mai accentuat) îl avea şi activitatea consacrată stabilirii interacţiunii existente între piese şi modurile posibile de combinare (de sinteză) a acestora. S-au observat încercări nefondate de a trece la rezolvarea problemei concrete, fără ca fiecare instructaj de lucru să fie îndeplinit pînă la capăt. În asemenea cazuri, pentru ca aceasta să fie integral îndeplinită, intervenţia experimentatorului devenea iminentă.

Activitatea desfăşurată de elevi în scopul îndeplinirii indicaţiilor de lucru ale instructajului a avut drept consecinţă faptul că odată cu introducerea algoritmului general şi cu începerea însuşirii lui acesta a influenţat favorabil procesul şi rezultatul general al rezolvării problemelor constructiv-tehnice propuse subiecţilor.

Influenţa pozitivă a folosirii algoritmului general s-a resimţit, într-o măsură şi mai mare, în desfăşurarea celei de-a III-a serii de experimente, cînd elevilor li s-a propus să rezolve problemele aplicînd trusa de construcţii nr. 1. Subiecţii trebuiau să rezolve două probleme principale legate de construcţia mecanismului cu culisă şi a mecanismului bielă-manivelă. Subliniem că în rezolvarea problemelor din seria a III-a (spre deosebire de cele două precedente), elevilor le era oferită ocazia să-şi afirme plenar posibilităţile, deoarece folosirea trusei asigura un cîmp larg oricărui gen de observaţie — în plan noţional, figural şi practic. Totodată, fo-

losirea trusei genera şi unele dificultăţi suplimentare, legate de necesitatea de a opera cu piese care se substituiau reciproc; din aceleaşi piese trebuiau asamblate mecanisme cu principii diferite de acţionare. De aici rezulta o exigenţă faţă de operaţiile de conştientizare a destinaţiei structurale şi funcţionale a pieselor, a interconexiunii dintre ele.

Să vedem acum în ce fel se modifică activitatea subiecţilor, ca urmare a folosirii algoritmului general. În experimentele de bază, de tipul celor organizate în seria a III-a, această întrebare s-a pus cu un maximum de acuitate. Analizînd în detaliu două protocoale experimentale, tipice pentru rezolvarea primei probleme (mecanismul cu culisă) de către subiecţii ambelor grupuri, vom încerca să formulăm un răspuns. Comentariul nostru va însoţi expunerea cursului rezolvării.

Subiectul O. Bal., din grupul *A*, desenează mai întîi schema mecanismului cu culisă, cu care prilej comite o eroare esenţială: capătul inferior al culisei nu îl fixează de ax. În consecinţă, culisa se roteşte împreună cu roata. Cauza erorii nu provine din faptul că subiectul nu cunoaşte principiul de acţionare a mecanismului. La întrebarea pe care experimentatorul o pune cu privire la caracterul mişcării culisei, elevul răspunde corect, definind-o ca o mişcare de legănare. Sursa erorii se ascunde în caracterul global, foarte puţin concret şi nediferenţiat al reprezentării. Dacă elevul ar fi avut o experienţă cît se poate de modestă în domeniul operării practice cu mecanismul (dacă ar fi încercat, de pildă, să-i pună modelul în mişcare), sîntem convinşi că eroarea nu ar fi intervenit. Correctivele dictate de practică ar fi determinat precizarea reprezentării globale şi nediferenţiate asupra mecanismului cu culisă.

„Experimentatorul îi arată elevului eroarea comisă. Acesta încearcă să repete rezultatul rezolvării problemei din seria anterioară, fapt pe care îl atestă desenul său (nu schema).

După analizarea erorii de către experimentator, subiectul începe asamblarea.

Subiectul: Trebuie să iau suportul.

Ia suportul în intenţia de a-l lega de consolă. Nu obţine nimic. Ia placa portantă. Lasă totul la o parte".

Remarcăm faptul că subiectul începe să acţioneze corect. Într-adevăr, unul dintre primii paşi constă în alegerea soclului pentru fixarea pieselor. Din păcate, pasul următor îl îndepărtează pe subiect de la ideea de bază — montarea culisei. Urmează o serie de încercări nesistematizate de a îmbina într-un fel consolele cu placa. Subtextul operaţiilor rezultă din afirmaţia: „Din moment ce există

un suport, pe el trebuie fixat ceva". Prin urmare, deşi la început operaţiile subiectului urmează firul ideii corecte, lipsa unei orientări premergătoare în situaţia practică respectivă (stabilirea destinaţiei şi a mijloacelor de îmbinare a pieselor concrete) ia forma încercărilor şi erorilor. Operaţiile următoare efectuate de subiect ne conving în acest sens.

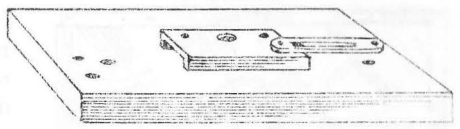


Fig. 23

„Subiectul sortează şuruburile. El ia eclisa de ghidaj, iar apoi, culisorul. Le aşază deoparte. Execută o examinare parţială a pieselor (eclisa de ghidaj, culisorul, roţile, biela-manivelă). Găseşte culisa şi se opreşte la ea.

— Iată o culisă!

Fixează patina de placă, arătînd unde trebuie să intre culisa (fig. 23)".

Deci, după un eşec, elevul trece, în sfîrşit, la analiza pieselor, deşi următoarea analiză (protocolul oglindeşte acest lucru) nu este completă şi nu constituie o parte organică a procesului de rezolvare a problemei.

Dar şi analiza parţială îl conduce pe subiect spre o descoperire preţioasă. Iese la iveală piesa care ar putea servi drept culisă. Apoi, totul se opreşte aici.

După ce experimentatorul îşi exprimă o vie nedumerire în legătură cu construcţia asamblată (vezi fig. 23), subiectul începe s-o demonteze. Urmează cîteva operaţii lipsite de finalitate în vederea potrivirii pieselor (din nou, încercări de analiză îmbinate cu sinteza).

Capătul superior al culisei este fixat de culisor. În tot acest interval de timp, subiectul ignorează cu desăvîrşire schema.

Urmează o pauză lungă, întreruptă numai de experimentator.

Nu putem spune că subiectul realizează o suită de încercări şi erori „în gol". El se străduieşte să înfăptuiască proiectul său iniţial: legănarea culisei, deşi rămîne evident faptul că nu-şi reprezintă clar cum ar trebui făcut un asemenea lucru. Subiectul nu recurge la schemă şi nu încearcă să raporteze elementele ei la piesele concrete.

„Experimentatorul: Uită-te la schemă. Unde şi în ce fel trebuie fixată culisa?

După o pauză îndelungată, experimentatorul este nevoit să înceapă explicaţia, recurgînd la schemă.

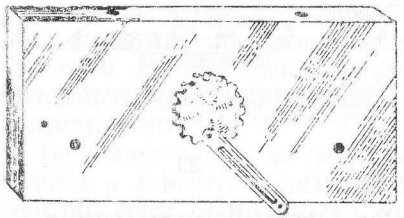


Fig. 24

Subiectul: De unde să iau cercul?"

O dovadă interesantă! Subiectul nu vede pe schemă o roată cu culisă, o roată dințată și nici măcar o roată de fricțiune, ci un cerc, o circumferință, legînd această reprezentare de o noțiune geometrică abstractă. Prin urmare, el nu încearcă să raporteze imaginea-simbol la piesa concretă.

După o pauză, experimentatorul este nevoit să îndrepte atenția elevului spre piesele așezate în fața lui. Subiectul efectuează din nou o analiză parțială, în procesul căreia descoperă roata dințată. El o așază pe suport, dar în așa fel încît fixarea culisei devine imposibilă.

Pauză.

Experimentatorul: Nu s-ar putea ca suportul să rămînă suport, adică să-l așezăm pentru reazem?

Subiectul începe să monteze grăbit construcția, care bineînțeles nu funcționează cum trebuie (fig. 24).

— Nu iese nimic.

Examinatorul: Știu. Uită-te la schemă și vezi ce anume și unde trebuie fixat.

Pauză.

Subiectul ia culisorul.

Pauză.

Fixează strîns capătul superior al culisei de roată.

Experimentatorul: Privește schema.

Capătul superior al culisei este fixat de roată?

Subiectul. Nu.

Demontează construcția."

Toate aceste operații demonstrează incapacitatea subiectului de a raporta imaginea schematică la construcția montată. Faptul nu este întîmplător pentru că el nu a analizat niciodată funcțiile posibile ale pieselor, modul lor de îmbinare ș.a.m.d.

Îndată vom constata că elevul găsește cu totul întîmplător ieșirea din impas.

„După manipularea prelungită a pieselor, subiectul descoperă cum trebuie fixat capătul inferior al culisei și, satisfăcut de acest produs intermediar al rezolvării, își consideră sarcina îndeplinită.

Experimentatorul este nevoit să-i amintească: „Dar capătul superior? Trebuie să obținem un culisor. Și în afară de aceasta nimic nu este fixat».

Subiectul pune de o parte culisorul. Apoi ia eclisa de ghidaj, o suprapune pe culisă, ca să o măsoare, și o lasă. Mai ia o consolă, încercînd să o fixeze de capătul superior al culisei (fig. 25).

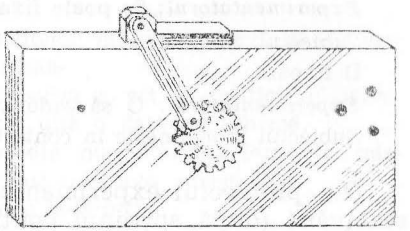


Fig. 25

Situație de impas.

Experimentatorul îi arată că culisorul poate avansa pe canelurile eclisei de ghidaj.

Subiectul: Da, dar culisa trebuie să penduleze, ori aici e du-te-vino. Să încercăm!"

Prin urmare, ideea generală de a nu se raporta la reprezentarea vie asupra construcției, de a nu interveni cu corective pe baza practicii (de a nu lua în considerație particularitățile situației practice) rămîne în permanență zadarnică. Operațiile următoare dovedesc acest lucru la fiecare pas.

„Subiectul așază eclisa cu patina pe muchie.

Experimentatorul: Așa n-ai s-o fixezi!

Subiectul așază eclisa pe suport, cu crestătura de partea opusă culisei. De aceea, capătul superior al culisei nu poate fi fixat, nici de data aceasta, de patină. El ia consola și o așază pe patină. O nouă operație lipsită de sens.

Situație fără ieșire.

Experimentatorul îi arată canelurile eclisei de ghidaj. «Îți spune ceva lucrul acesta?»

Subiectul: Asta e tot. Am înțeles.

Montează construcția mecanismului de culisare, dar cu multă greutate, abia-abia reușind să îmbine piesele între ele. Mai mult, capătul de sus al culisei nu e îmbinat cu eclisa de fixare.

Experimentatorul: Are să se desfacă totul. În plus, culisorul va sări de pe eclisa de ghidaj în timpul funcționării.

Pauză.

Experimentatorul arată cum poate fi prinsă eclisa de fixare. Subiectul mișcă eclisa pe caneluri. «Trebuia să culiseze, ori culisa se legăna».

Situație fără ieșire".

Observăm din nou cum un proiect teoretic corect nu se poate înfăptui fără încercări a căror finalitate să constea în realizarea proiectului construcției reale.

„Experimentatorul arată cum se poate fixa capătul superior al culisei.

Subiectul: A! Am înțeles.

Procedază corect, numai că acum roata de culisare nu se fixează și poate sări în timpul mișcării.

Experimentatorul: Se poate fixa axul roții?

Subiectul: Se poate.

Îl fixează.

Experimentatorul: O să cadă suportul. Nu poți găsi o placă de reazem?

Subiectul îndeplinește în continuare sarcina pînă la capăt".

Din protocolul experimentului rezultă că, în ultimele etape ale rezolvării (după sprijinul continuu oferit de experimentator), erorile intervin în principal din cauza absenței unei activități combinatorii preliminare: nu au fost puse în evidență mijloacele posibile de îmbinare și interacțiune a pieselor trusei de construcții.

Lucrul a fost efectuat în 50 de minute. Trebuie să mai menționăm că, în rezultatele rezolvării acestei probleme și a problemelor următoare, subiectul D.B. s-a distins printr-o reușită remarcabilă în cadrul grupului său. Subiectul S.K. (din grupul *B*), dimpotrivă, nu s-a putut ridica pînă la rezultatele bune ale grupului, fapt pe care îl vom constata în analiza protocolului următor. În desfășurarea rezolvării problemelor de către cei doi subiecți există deosebiri esențiale.

Să începem cu constatarea că subiectul D.K. a realizat sarcina în 28 de minute, 17 din acestea consumîndu-se cu îndeplinirea primelor două indicații de lucru ale algoritmului general, iar 11 minute fiind cheltuite cu rezolvarea propriu-zisă a problemei[32].

Pentru a restrînge expunerea noastră, nu vom intra în analiza structural-funcțională a pieselor, efectuată de elev și care i-a asigurat formarea bazei orientative a acțiunilor. Analiza a fost în general și corectă, și completă. Prima dificultate a apărut în momentul în care subiectul a trebuit să explice natura mișcării culisei. „Viteza va fi egală pe toată traiectoria, pentru că roata se învîrtește uniform". Cu sprijinul experimentatorului, eroarea a fost înlăturată. În continuare, subiectul D.K. începe montarea mecanismului cu culisă.

„Subiectul îmbină placa cu suportul. Ia culisa și fixează capătul ei inferior pe suport. Apoi ia, pe rînd, roțile dințate, mare și mică, și le fixează în orificiile corespunzătoare. Încearcă mișcarea roții, satisfăcut de rezultat. Ia și eclisa de ghidaj, pe care o îmbină cu suprafața superioară a suportului. În crestătura eclisei, introduce capătul superior al culisei. Culisa cade.

[32] Trebuie subliniat faptul că subiecții din grupul *B* au consumat cea mai mare parte din timp cu activitatea prevăzută de primele două indicații de lucru și o parte extrem de redusă de timp pentru rezolvarea problemei concrete.

Subiectul: Ah!

Cercetează schema, se uită la experimentator încercînd parcă să se justifice: «Ei da! Roata trebuie îmbinată cu culisa!»

Așază bolțul în orificiul roții, potrivind culisa corect. Îi verifică mișcarea. Este satisfăcut de rezultatul obținut. Se mai uită o dată pe schemă.

Apoi fixează corect culisorul. Privește din nou schema. Pune în mișcare roata de culisare, urmărind cîtăva vreme mișcarea culisei.

Subiectul: Asta-i tot. Se mișcă mai repede îndărăt!"

Să urmărim cursul ideilor și acțiunilor elevului. Chiar din primul moment, se remarcă finalitatea proiectului: elevul alege piesele principale fără de care asamblarea ar fi de neconceput — placa, suportul, culisa, roata de culisare. Prima etapă a operațiilor se încheie cu verificarea practică.

Etapa următoare constă în montarea părții de execuție. Alegerea pieselor este și de data aceasta corectă. Totuși, la montare, se constată că culisa nu execută mișcarea de legănare. Situația practică apărută îl determină pe elev să apeleze la schemă. El cercetează schema, introduce bolțul și execută din nou o serie de operații corecte.

Rezultatul este verificat în practică (prin realizarea mișcării culisei), verificarea operațiilor îmbinîndu-se cu analiza prezentării schematice.

Verificarea se repetă după montarea părții de execuție. Este interesant faptul că elevul vede parcă cu proprii săi ochi eroarea comisă la început, în momentul explicării vitezei de mișcare a culisei (amintiți-vă: „Da, îndărăt se mișcă mai repede!"). Această remarcă, exprimată spontan, demonstrează că rezultatul practic obținut îl face pe elev să înțeleagă principiul de acționare a mecanismului cu culisă.

„Experimentatorul îi arată elevului că funcționarea mecanismului nu e prea sigură. Eclisa de fixare nu e consolidată, astfel încît patina poate ieși din caneluri în cazul unei mișcări rapide.

După o scurtă examinare a pieselor rămase (și o analiză suplimentară), subiectul ia eclisa de fixare, execută totul corect și încearcă mecanismul.

Experimentatorul îi indică încă o imperfecțiune a construcției montate: axul roții nu este fixat pe suport (în partea opusă).

Subiectul. E simplu.

Ia o șaibă de etanșare și o fixează pe ax.

Montarea e încheiată. Construcția răspunde tuturor exigențelor."

Așadar, subiectul nu a putut evita unele dificultăți și erori. Totuși, pe una dintre ele, cea principală, a depășit-o singur (este vor-

ba de îmbinarea necorectă a culisei cu roata). Coordonarea, la momentul oportun, a planurilor noţional, intuitiv-figural şi practic-acţional l-a ajutat să iasă din dificultate.

Este neîndoielnic faptul că folosirea algoritmului general a schimbat în primul rînd calitatea desfăşurării activităţii constructiv-tehnice. Această schimbare este legată, în mare măsură, de formarea la elevi a unei baze largi de orientare a activităţii — care asigură în final o traiectorie de ansamblu corectă în rezolvare şi un proces structurat corect în plan psihologic —, precum şi de stabilirea interacţiunii necesare între cele trei componente ale activităţii: noţiune, imagine, acţiune.

Nu credem că ar fi necesară analiza altor protocoale de rezolvare a problemelor. Cu toate aspectele particulare conţinute, ele nu se deosebesc sub aspectul esenţei procesului de rezolvare a problemelor. Considerăm însă utilă prezentarea rezultatelor cantitative ale reuşitei rezolvării obţinute de subiecţii ambelor grupuri. Este mai comod să o efectuăm pe fundalul tabloului de ansamblu al problemelor care au stat la baza seriilor de experimente III şi IV. În ultima serie, elevii au rezolvat probleme fără instructaj. Cele patru probleme, din ambele serii, erau similare prin caracterul lor — asamblarea mecanismelor prin folosirea trusei de construcţii.

Am delimitat trei indicatori ai reuşitei: numărul întrebărilor ajutătoare şi al măsurilor întreprinse pentru sprijinirea[33] subiecţilor, numărul pauzelor şi durata rezolvării (totul exprimat în cifre absolute).

Tabelul nr. 4[34]

Specificul influenţei aplicării algoritmului general asupra activităţii independente ulterioare a elevilor

Grupurile	Numărul întrebărilor ajutătoare şi al măsurilor de sprijin				Numărul pauzelor				Durata rezolvării			
	III 1	III 2	IV 1	IV 2	III 1	III 2	IV 1	IV 2	III 1	III 2	IV 1	IV 2
A	64	22	45	27	50	25	39	21	6;03	3;41	4;20	3;28
B	27	13	16	9	9	13	12	8	4;00	2;24	3;18	2;32

[33] Dacă o întrebare cu caracter general, apoi una cu un caracter mai concret nu-l ajutau pe subiect, experimentatorul putea să demonstreze cum trebuie procedat.

[34] Cifrele romane din rubrici indică seria experimentelor, iar cifrele arabe, numărul problemei. La rubrica „Durata rezolvării", prima cifră indică numărul de ore, celelalte două, durata în minute.

Examinate pe verticală, primele opt rubrici demonstrează că, la toate problemele din cele două serii de experimente, rezultatele subiecţilor din grupul *B* (cu excepţia rubricii III. 2) sînt, de regulă, cel puţin de două ori mai bune faţă de datele obţinute la subiecţii din grupul *A*.

În cazul multora dintre probleme, succesul rezolvărilor a fost mai bun la subiecţii din grupul *B*. Acelaşi lucru putem spune despre durata rezolvării (ultimele 4 rubrici), mai redusă decît la subiecţii din grupul *A*. Aici, diferenţele de indicatori nu sînt prea pronunţate. Vom înţelege fenomenul dacă vom ţine seama de faptul că subiecţii din grupul *B* efectuau, în rezolvarea fiecărei probleme, multiple operaţii decurgînd din primele două indicaţii de lucru ale instructajului. Această muncă le răpea adesea mai multă vreme decît îndeplinirea nemijlocită a sarcinii concrete. Cu toate acestea, durata de rezolvare a problemelor este mai redusă la subiecţii din grupul *B* şi, ceea ce este mai important, însuşi procesul activităţii constructiv-tehnice se desfăşoară mai clar, cu mai puţine erori şi dificultăţi, elevii neavînd nevoie de un sprijin prea mare din partea experimentatorului.

Aşadar, aplicarea algoritmului general — care jalona direcţia principală a rezolvării şi crea o bază orientativă largă pentru activitate — a influenţat extrem de pozitiv reuşita generală a rezolvării problemelor constructiv-tehnice.

În continuare, elevii din grupul *B* au primit sarcina să construiască o transmisie elicoidală, recurgînd la folosirea trusei nr. 1 pentru construcţii. Sarcina îşi propunea un singur scop: să consolideze în memoria elevilor succesiunea indicaţiilor de lucru ale algoritmului general, fără ca să existe o sarcină specială de memorare. Am presupus că folosirea continuă a algoritmului general, însoţită de reuşita rezolvărilor, va fi suficientă pentru însuşirea sistemului de operaţii necesar. Pentru a menţine în continuare condiţii de lucru diferite la elevii ambelor grupuri, problema a fost pusă şi în grupul *A* (fără ca subiecţii să primească algoritmul general).

În conformitate cu planul experimentelor, întregul sistem de probleme constructiv-tehnice ar fi fost incomplet dacă am fi exclus veriga din urmă — problemele privind transferul procedeelor rezolvării. În acest scop am mai propus două probleme realizabile cu trusa pentru construcţii nr. 2, foarte diferită de trusa nr. 1. Trebuiau montate un mecanism cu culisă şi un mecanism bielă-manivelă (ca şi în cazul trusei nr. 1). Totuşi, trusa nr. 2 prevedea un mecanism cu piesele dispuse total diferit şi cu un aspect exterior diferit.

Aici, scopul activităţii nu-l constituia studierea procesului de transfer ca atare. Ne interesa, în primul rînd, rezultatul, adică mă-

sura în care procedeele de muncă ale elevilor se pot transfera în alte situaţii concrete ale activităţii. Ne mai interesa, în mod deosebit, influenţa exercitată de algoritmul general asupra activităţii independenţe, desfăşurată ulterior de grupul de elevi.

Tabloul de ansamblu al reuşitei în rezolvarea problemelor de transfer poate fi urmărit în tabelul nr. 4. Ca să putem compara mai sistematic rezultatele rezolvării problemei în seriile de experimente a III-a şi a IV-a, cu ambele grupuri de subiecţi, şi ca să analizăm problema influenţei algoritmului general asupra succesului rezolvării (grupul *B*), am întocmit trei grafice. Pe fiecare din acestea, curba superioară reprezintă rezultatele rezolvării la subiecţii grupului *A*, iar curba inferioară, la subiecţii grupului *B*.

Unul din grafice (fig. 26) ilustrează nivelul reuşitei în funcţie de numărul întrebărilor ajutătoare şi al măsurilor de sprijin întreprinse. Pe axa absciselor sînt trecute numerele de ordine ale seriilor şi problemelor, iar pe axa ordonatelor sînt date mărimile ce indică numărul întrebărilor ajutătoare şi al măsurilor de sprijin. Graficul demonstrează apropierea curbei de axa abciselor. Independenţa elevilor în rezolvarea celor patru probleme constructiv-tehnice creşte la ambele grupuri de subiecţi.

Creşterea independenţei în rezolvare o atestă şi un alt grafic (fig. 27): pauzele prelungite în procesul rezolvării situaţiilor fără ieşire (spre finalul seriei a IV-a) devin tot mai rare.

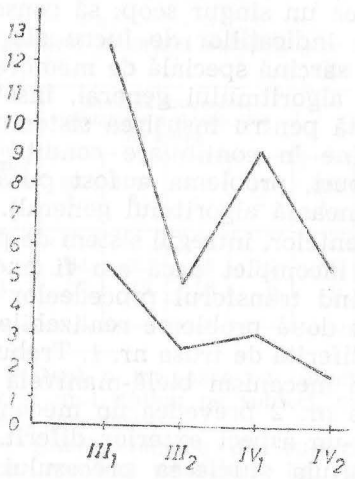


Fig. 26

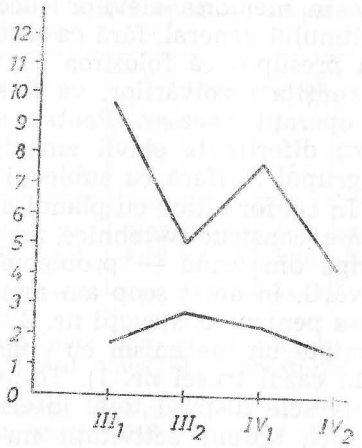


Fig. 27

În sfîrşit, de aceleaşi rezultate se ocupă un al treilea grafic (fig. 28); spre sfîrşitul experimentelor, durata rezolvării problemelor se reduce.

Dacă vom compara cele două curbe, pe toate cele trei grafice, vom observa că aplicarea algoritmului general se reflectă pozitiv asupra reuşitei în rezolvarea problemelor (acest fapt l-am mai menţionat cu prilejul analizei rezultatelor în rezolvarea problemelor din seria a II-a).

Prioritatea subiecţilor din grupul *B* se menţine în rezolvarea tuturor problemelor, precum şi în experimentele seriei a IV-a, unde elevii ambelor grupuri sînt puşi în condiţii de lucru identice. Prin urmare, sistemul de lucru pe care subiecţii şi l-au elaborat, sub influenţa algoritmului generalizat, se dovedeşte trainic. Elevii continuă să lucreze ca înainte.

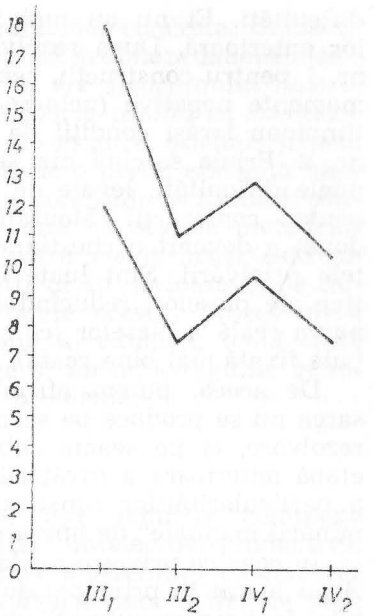


Fig. 28

Faptul acesta ni-l confirmă observaţiile noastre efectuate asupra elevilor din grupul *B*. Primind inventarul de piese din trusa pentru construcţii nr. 2, nouă pentru ei, subiecţii efectuează o analiză asupra structurii şi funcţiei pieselor, le combină, căutînd să stabilească unele modalităţi posibile de îmbinare şi de interacţiune. Procesele-verbale de rezolvare a problemelor demonstrează că numai după o asemenea operaţie subiecţii trec la rezolvarea sarcinii concrete respective.

Graficele arată că vîrfurile curbelor de la o problemă la alta se apropie încontinuu de axa absciselor.[35] Aici se produce un fel de exersare. Unele căderi sau avîntări ale curbei sînt absolut explicabile în graficele noastre dacă avem în vedere specificul problemelor constructiv-tehnice propuse. Rezultatele destul de scăzute în îndeplinirea primei sarcini din seria III (mai ales la subiecţii din grupul *A*) sînt o consecinţă a faptului că problema e nouă. Însăşi condiţia prezentării pieselor dintr-o trusă specială şi necesitatea de a executa o construcţie reală generează pentru elevi o seamă de

[35] Face excepţie numai graficul din figura 27, unde într-o zonă există o anumită creştere de care, în mod excepţional, putem să nu ţinem seamă.

dificultăți. Ei nu au mai întîlnit asemenea probleme în practica lor anterioară. După rezolvarea primei probleme din cadrul trusei nr. 1 pentru construcții, cea de-a doua problemă genera mai puține momente negative (neîncredere, dezorientare etc.). Apoi elevii întîmpinau iarăși condiții de rezolvare absolut noi, impuse de trusa nr. 2. Prima sarcină din seria a IV-a de experimente a presupus unele dificultăți, legate de familiarizarea cu particularitățile trusei pentru construcții. Montajul celui de-al doilea model (sarcina a doua) a devenit o chestiune de obișnuință, reflectată și în rezultatele rezolvării. Sînt luate în considerare particularitățile constructive ale pieselor, reducîndu-se numărul operațiilor pactice la îmbinarea reală a pieselor (ce șurub sau șaibă trebuie aleasă, cum trebuie fixată mai bine roata).

De aceea, putem afirma că, în rezolvarea problemelor, exersarea nu se produce pe seama schimbării de principiu a modului de rezolvare, ci pe seama „obișnuirii cu situația" necunoscută într-o etapă anterioară a învățării, pe seama unei evaluări mai complete a particularităților constructive ale pieselor și a dobîndirii „îndemînării manuale" de operare cu acestea.

În ceea ce privește modalitățile de rezolvare, subiecții din grupul *A* au lucrat în principal după procedeul acțiunilor teoretice prealabile, în timp ce subiecții din grupul *B* au căutat să se apropie sau au acționat direct prin procedeul combinărilor, impus, în mare măsură, de însești indicațiile de lucru ale algoritmului general. Trebuie să mai adăugăm că, în lucrul cu trusele, elevii din grupul *B* au comis mai puține erori legate de operația conștientizării decît elevii din grupul *A*. Un obstacol important în construcție îl reprezintă imitarea șabloanelor și a modelelor, fapt pe care îl menționează numeroși cercetători — G. S. Altschuller (1969), S. M. Vasileiski (1950), G. Dickson (1969), D. I. Kupov (1964) ș.a. În condițiile noastre, această situație a fost, practic, eliminată. De fapt, nici nu s-ar fi putut proceda altfel. Într-o activitate atît de complexă ca aceea constructiv-tehnică, reușita nu poate spori numai pe seama unor repetate rezolvări de probleme. Obținerea unui efect vizibil se datorește în primul rînd alegerii corecte a direcției activității, scop atins prin folosirea algoritmului general. O îmbunătățire a rezultatelor (de la o sarcină la alta) a fost observată la elevii din grupul *B*, obținută — ca și în grupul *A* — pe seama „obișnuirii cu situația" și a dobîndirii „îndemînărilor manuale". Este adevărat că, spre sfîrșitul experimentelor, activitatea constructivă a subiecților din grupul *A* a devenit oarecum mai ordonată, acest lucru vădindu-se în încercările lor de a se orienta preliminar în conținutul sarcinii, de a analiza mai îndeaproape piesele, de a le combina

încă înainte de a trece la rezolvarea problemei concrete. Subiecții din acest grup lăsau impresia că au început să acționeze independent, în conformitate cu unele indicații de lucru ale algoritmului nostru, cu care lucra celălalt grup de elevi. Este foarte posibil ca succesele rezolvării, în cazul ultimei probleme, să se explice, parțial, și prin aceasta. Cele de mai sus demonstrează, pe de o parte, eficiența folosirii unor indicații generale de lucru, în condițiile activității constructiv-tehnice; pe de altă parte, ele atestă că aflarea metodelor corecte de rezolvare a problemelor de către elevii înșiși este un proces îndelung și complex, însoțit de dificultăți serioase și de nenumărate erori. Firește, nu toate rezultatele acestui proces oferă certitudinea că, la capătul drumului lung al căutării, omul, fără vreun ajutor din afară, va putea înțelege și formula regulile generale ale rezolvării unui anumit tip de probleme.

* *
*

Activitatea constructiv-tehnică, unul din genurile complexe de muncă, este în primul rînd o activitate intelectual-productivă, reprezentînd în esență procesul de rezolvare a sarcinilor cu caracter problematic. Rezultatul nemijlocit al rezolvării unor astfel de probleme îl constituie obținerea unui produs nou și original al activității sau însușirea de către subiect a unor metode de lucru noi și chiar obținerea ambelor rezultate laolaltă.

Analiza comparativă a problemelor constructiv-tehnice și constructiv-proiective ne evidențiază faptul că problema constructiv-tehnică constituie unul dintre genurile didactice ale problemelor constructiv-proiective profesionale. Drept model comun pentru toate aceste probleme poate fi considerată cutia-problemă, cu o „intrare" și o „ieșire" stabilite și cu un „conținut intern" necunoscut. Omul rezolvă asemenea probleme în procesul găsirii ideii sau a schemei de construcție, al elaborării documentației tehnice și a calculelor, în procesul alegerii soluției optime.

Activitatea constructiv-tehnică didactică se deosebește de activitatea constructiv-proiectivă profesională prin aceea că: 1) noutatea produsului este, de regulă, valabilă numai pentru subiectul care rezolvă problema, deși chiar noutatea subiectivă a produsului poate, pe plan psihologic, să situeze problemele constructiv-tehnice în același rînd cu problemele de inventivitate; 2) în centrul căutării este așezată găsirea ideii constructive, căutarea fiind însoțită de calcule relativ simple și de întocmirea, nu întotdeauna completă, a documentației tehnice; 3) alegerea variantei optime de rezolvare este esențială, deși ea se subordonează adesea unor scopuri didactice

și pedagogice, și nu tehnico-productive, cu toate că le are pe acestea din urmă în vedere; 4) adesa, rezolvarea problemei nu se reduce la pregătirea documentației tehnice, exprimată într-o formă verbală-grafică, ci se încheie prin executarea obiectului real sau a modelului său; 5) în legătură cu aceasta, rezolvarea problemei poate încorpora stăpînirea priceperilor și deprinderilor cu caracter tehnologic, a căror formare este necesară pentru producerea obiectului; 6) în scopul stăpînirii procesului de construcție în ansamblu, multe dintre problemele constructiv-tehnice sînt rezolvate de la început pînă la sfîrșit de un singur om.

Genurile de probleme constructiv-tehnice sînt foarte neomogene prin caracteristicile lor psihologice. Aici se includ problemele de modelare tehnică, de completare a construcției, de reconstrucție și de construcție propriu-zisă, la a căror rezolvare componentele reproductive și productive ale activității concură în mod diferit.

Analiza datelor experimentale ne-a permis să desprindem trei modalități tipice de rezolvare a problemelor, la baza cărora se află o anumită relație între componentele teoretice abstracte și cele practic-concrete ale activității de gîndire. Cele două modalități, care implică utilizarea fie a acțiunilor teoretice prealabile, fie a acțiunilor practice pealabile, sînt mai puțin eficiente în comparație cu cea de-a treia — modalitatea combinată. Aceasta din urmă, — în prezența căreia proiectul ia ființă pe baza unei analize profunde a situației-problemă și care se realizează în reprezentări schematice — se corectează în cursul acțiunilor practice. Orice produs intermediar poate, în cazul acesta, modifica radical și determina într-un mod nou întregul proces al rezolvării.

Stăpînirea modalității combinate permite înlăturarea principalelor neajunsuri în aplicarea celorlalte două legate de preponderența unilaterală fie a ipotezelor teoretice și a planului noțional de rezolvare, fie a acțiunilor practice și a planului acțional-concret de rezolvare a problemelor.

În cazul rezolvării problemelor constructiv-tehnice, în activitatea intelectuală o însemnătate deosebită o capătă pentru om însușirea unor operații și priceperi speciale. Ele sînt legate de diversele laturi ale activității investigativ-analitice și de sinteză combinatorie. Conținutul acestor operații și deprinderi îl formează analiza structural-funcțională și sinteza elementelor instalației tehnice construite. În unele etape de rezolvare a problemelor, pe prim plan se manifestă operațiile cu caracter analitic, iar în altele, operațiile cu caracter de sinteză.

Printre operațiile principale se numără conștientizarea obiectelor tehnice (în sensul cel mai larg al cuvîntului), analiza lor

multilaterală, examinarea lor de pe poziții noi, neobișnuite. Conștientizarea are drept consecință manifestarea deschisă a unor particularități ascunse ale obiectelor și funcțiilor acestora, care permit găsirea rezolvării problemei în ansamblu.

Stăpînirea operației de conștientizare, a procedeelor corecte de muncă, contribuie la înlăturarea celor mai esențiale erori de construcție — erorile de șablonizare, erorile legate de reprezentările generale ș.a.

În rezolvarea cu succes a diferitelor genuri de probleme constructiv-tehnice de mare importanță este apelul la perceperea reprezentărilor grafice (mijloace intuitiv-tehnice) și priceperea de a opera cu imaginile spațiale dinamice. Apariția unui asemenea tip de reprezentări înlesnește sensibil procesul construcției mașinilor și mecanismelor. În speță, se realizează mai ușor procesul planificării de perspectivă a acțiunilor viitoare, pentru că reprezentările constituie de fapt niște jaloane originale pe calea atingerii scopului final.

În rezolvarea problemelor constructiv-tehnice, nu este suficient să știi să-ți imaginezi obiectul în cei trei dimensiuni ale sale și să-l transpui într-o schiță sau desen. Aceasta este doar una dintre premisele rezolvării problemei. Exigențe mai mari se impun față de dezvoltarea reprezentărilor spațiale dinamice, al căror conținut se cuprinde în capacitatea de a vedea mișcarea pieselor instalației tehnice aflate în interacțiune, priceperea de a vedea legăturile spațiale, relațiile dintre piesele mecanismului aflate în mișcare. Asemenea reprezentări pot funcționa eficent numai într-o strînsă legătură cu gîndirea discursivă. Deteriorarea legăturii dintre ele, „munca" paralelă a planurilor de activitate noțional și figural sau predominarea unuia în raport cu celălalt se soldează cu numeroase dificultăți și erori.

În cercetările noastre, un loc special l-a ocupat elaborarea căilor de învățare a metodelor eficiente de rezolvare a problemei constructiv-tehnice. Am trasat două căi, pe care în mod convențional le-am denumit algoritmic-concretă și algoritmic-generală. Apoi am constatat că utilizarea unor indicații de lucru algoritmic-concrete, elaborate în detaliu, duce cu necesitate la reușită în rezolvarea problemei concrete, dar contribuie foarte puțin la formarea procedeelor generale de activitate. Efectul învățării aici nu este prea mare, în primul rînd pentru că latura operațională a gîndirii nu este obiect de conștientizare („de ce?"). Respectarea strictă a algoritmului concret va duce în mod obligatoriu la reușită.

Deosebirea dintre algoritmul concret și cel general constă în faptul că structura acestuia din urmă nu încorporează indicații pri-

vind fiecare operație concretă; în schimb, este determinată direcția generală de lucru, pe care urmînd-o trebuie să definești sistemul de acțiuni și operații. Așadar, algoritmul general sau mai exact sistemul indicațiilor generale de lucru de tip algoritmic reprezintă un program de acțiuni îndeplinite succesiv, fiecare dintre ele avînd o anumită specificitate, iar întregul sistem de acțiuni putînd fi folosit în rezolvarea unei categorii largi de probleme. Fiecare indicație de lucru a algoritmului general se referă la cele mai generale, principale, fundamentale laturi ale activității, care, în ansamblu, alcătuiesc caracteristicile esenței sale. Folosirea algoritmului general asigură o bază orientativă largă activității omului, permițîndu-i să afle calea corectă de rezolvare a fiecărei situații concrete. După acumularea experienței de lucru în sistemul algoritmului general, rezolvarea corectă de către elevi a problemelor constructiv-tehnice de transfer a sporit în comparație cu situația în care elevii au lucrat după sistemul algoritmic-concret. Influența algoritmului general contribuie la o structurare corectă a activității. În condițiile rezolvării problemelor noastre, aceasta înseamnă stabilirea interacțiunii necesare între componentele noționale, figurative și practice ale activității de gîndire. Pe această bază se și formează o modalitate rațională de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice — modalitatea combinată, despre care vorbeam mai înainte.

Rezolvarea cu succes a diferitelor genuri de probleme constructiv-tehnice poate constitui un indice foarte general al dezvoltării gîndirii tehnice. În practica obișnuită, succesul rezolvării lor nu este mare, fapt dovedit prin experiențele pe care le-am organizat cu elevii. Avem aici în vedere faptul că instruirea tehnică asigură, în mare măsură, doar reproducerea cunoștințelor și a procedeelor de lucru care au fost demonstrate. Este destul de nefiresc că rezolvarea unei sarcini constructiv-tehnice, de natură problematică, a cărei realizare trebuie obținută în cursul unei activități de explorare, în fapt, se realizează, foarte frecvent, sub forma reglementării stricte a fiecărei operații, în conformitate cu un model oferit. De aceea, pentru o învățare eficientă a metodelor de rezolvare a problemelor constructiv-tehnice considerăm oportună stabilirea (acolo unde se poate și trebuie să aibă loc) a tipurilor de bază ale acestor probleme și a algoritmilor generali de rezolvare. Mai mult, construcția cu ajutorul algoritmilor generali poate servi într-o serie de cazuri ca metodă specifică de dezvoltare a gîndirii creatoare. În acest scop, trebuie creat un sistem de materiale intuitive de tipul trusei pentru construcții.

Trusele didactice trebuie să îndeplinească o serie de cerințe tehnice, psihologice și pedagogice. După părerea noastră, ele trebuie create pe baza analizei tipurilor principale de instalații tehnice din diferitele domenii ale tehnicii și producției, iar inventarul de piese și scule trebuie să fie foarte apropiat de tehnica reală. Cu ajutorul truselor, trebuie format sistemul de cunoștințe și priceperi tehnice; activitatea elevilor cu acestea va contribui astfel la dezvoltarea gîndirii tehnice și a capacităților tehnice. Tipurile de probleme rezolvate prin intermediul trusei trebuie alcătuite în așa fel încît să asigure trecerea treptată de la activitatea de execuție la activitatea productivă, creativă. În scopul formării priceperilor și capacităților constructiv-tehnice speciale trebuie avut în vedere ca în conținutul trusei să existe un număr suficient de piese care să se substituie reciproc, astfel ca operarea cu ele să asigure înțelegerea particularităților lor structurale și funcționale.

Respectarea acestor cerințe fundamentale va spori cu mult valoarea pedagogică a truselor didactice, iar lucrul cu ele va contribui la o însușire mai profundă, de către elevi, a sistemului de cunoștințe tehnice, la formarea gîndirii tehnice creative și a priceperilor constructiv-tehnice.

CAPITOLUL II

REZOLVAREA PROBLEMELOR TEHNICE ÎN CONDIȚIILE UTILIZĂRII MIJLOACELOR INTUITIVE

1. PROBLEMA PARTICULARITĂȚILOR OPERĂRII CU MIJLOACE INTUITIVE ȘI REPREZENTĂRI SPAȚIALE ÎN CADRUL ACTIVITĂȚII DE GÎNDIRE

Pînă în prezent nu există o clasificare din punct de vedere psihologic a problemelor tehnice. O asemenea clasificare presupune analiza multilaterală a activității tehnice, îndeosebi a componentei ei esențiale — gîndirea tehnică. Cu toate că tipurile de probleme tehnice sînt, după cîte se pare, extrem de variate, un rol uriaș în rezolvarea lor îl joacă operarea cu mijloace intuitive de vizualizare grafică.

În tehnică, mijloacele intuitive sînt constituite din diferite genuri de documentație tehnică. Între acestea se înscriu planul și schița, schema și desenul tehnic etc. Reprezentările spațiale de un fel sau altul apar la om pe baza activității cu aceste genuri de mijloace tehnice intuitive.

Tratarea problemei particularităților reprezentărilor spațiale a ocupat întotdeauna un loc important în cercetările psihologilor sovietici. Este suficient să menționăm o serie de cercetări fundamentale efectuate de B. G. Ananiev (1950, 1960, culegerea *Problemele percepției spațiului și a reprezentărilor spațiale*, 1961), E. N. Kabanova-Meller (1934, 1962), E. I. Ignatiev (1961), B. F. Lomov (1959, 1963, culegerea *Problemele percepției spațiului și a reprezentărilor spațiale*, 1961), F. N. Șemiakin (1940, 1954, 1959) și de colaboratorii lor. Autorii respectivi au studiat această problemă atît de pe pozițiile psihologiei generale, cît și din perspectiva psihologiei pedagogice. Din punctul de vedere al acesteia din urmă, a fost interesant de urmărit trecerea de la cunoașterea senzorială la gîndirea abstractă. Reprezentarea vizuală (care se va afla, dealtfel, în centrul atenției noastre), ca o imagine a obiectului, conține în sine două categorii de caracteristici. Pe de o parte, imaginea posedă numeroase atribute ale „contemplării vii", iar pe de altă parte, conține o oarecare capacitate de abstracție, caracteristicile esențiale ale obiectului putînd fi diferențiate într-o anumită măsură de cele neesențiale, care trec pe un plan secundar. În cursul formării reprezentărilor spațiale, cuvîntul și acțiunea practică dobîndesc o însemnătate foarte mare.

Problema particularităților reprezentării este strîns legată de studierea legilor percepției (îndeosebi a percepției vizuale). În momentul de față, procesele perceptive sînt studiate în mod intensiv în cadrul psihologiei generale și al psihologiei inginerești (A. N. Leontiev, 1963, culegerea *Psihologia inginerească*, 1964, 1967; A. V. Zaporojeț, 1960, 1968; D. A. Oșanin, 1968, 1969 și alții). În cercetările respective se pune problema cunoașterii senzoriale ca bază a formării reprezentărilor. Totodată, o mare importanță se acordă studierii particularităților dezvoltării senzoriale.

Sîntem datori să remarcăm schimbarea metodelor, ca atare, folosite în cercetarea percepției. „O importanță primordială o capătă în psihologia contemporană a percepției — după cum ne arată A. V. Zaporojeț — trecerea de la cercetările fenomenologice la cele cauzal-genetice, de la descrierea imaginilor perceptuale la explicarea condițiilor și legităților formării lor" (1960, p. 3—4).

Există totuși un domeniu al psihologiei — avem în vedere psihologia muncii și a instruirii prin muncă — în care problema reprezentărilor spațiale vizuale și a percepției nu este suficient elaborată. Or, rezolvarea multor probleme tehnice nu poate fi realizată fără citirea și operarea cu o variată documentație tehnică, exprimată sub o formă intuitiv-grafică. Este îndeobște cunoscut că desenul constituie un limbaj al tehnicii. Sîntem însă nevoiți să constatăm că rămîn puțin studiate particularitățile activității umane bazate pe utilizarea imaginilor tehnice.

Rezolvarea de probleme în cursul căreia are loc citirea imaginilor tehnice și operarea cu acestea cuprinde în sine forme de activitate diferite prin caracteristicile lor psihologice. De regulă, aceste activități sînt incluse în contextul mai larg al rezolvării problemelor tehnice, constituind o componentă esențială a lor. O astfel de formă importantă de activitate este citirea imaginilor tehnice, a cărei esență constă în perceperea și înțelegerea lor. Într-o serie de cazuri, citirea imaginilor tehnice poate include și procesul reproducerii lor, care are loc atît în activitatea profesională, cît și în activitatea de instruire.

O altă formă răspîndită de activitate tehnică este operarea cu imagini tehnice, care nu se limitează la citirea acestora, ci include procese de transformare și reconstruire a imaginilor, procese edificate pe baza citirii imaginilor tehnice.

În legătură cu cele spuse mai sus, apare întrebarea: care sînt felurile de imagini tehnice, considerate din punctul de vedere al cerințelor impuse de fiecare dintre ele pentru activitatea omului ce operează cu respectivele imagini? Este oare posibil ca, pornind de la caracteristicile materialului imaginilor și de la cerințele cu care omul se confruntă, să obținem o clasificare a mijloacelor intuitiv-tehnice? Pot fi găsite oare astfel de criterii de clasificare care să se sprijine pe un număr relativ mic de caracteristici esențiale ale mijloacelor intuitiv-tehnice? Este posibilă relevarea unor astfel de caracteristici ale imaginilor tehnice care să definească, într-o măsură sau alta, fiecare fel de imagine?

Soluționarea acestui prim grup de probleme prezintă nu numai un interes teoretic. Se pune problema ca particularitățile psihologice ale mijloacelor intuitiv-tehnice să contribuie la o formulare mai precisă a cerințelor pedagogice privind lucrul cu ele și, prin urmare, să acționeze simultan atît asupra creșterii eficienței instruirii politehnice și profesionale, cît și asupra activizării procesului de muncă propriu-zis.

O a doua grupă de probleme se referă nemijlocit la cercetarea procesului citirii imaginilor tehnice și operării cu ele. Trebuie pusă problema rolului pe care îl are componenta intuitiv-figurală în structura generală a rezolvării problemelor tehnice. Într-un plan larg, aceasta este problema relației dintre percepție și imagine (reprezentare), pe de o parte, și dintre gîndire și acțiune, pe de altă parte. Aceasta este, de asemenea, problema controlului și reglării procesului apariției și transformării componentei figurale a activității, din perspectiva acțiunii și gîndirii. În sfîrșit, aceasta este problema influenței imaginii asupra activității intelectuale și practice a omului.

Pentru cercetarea noastră, problema particularităților apariției și funcționării reprezentărilor nu se pune în plan filozofic și general psihologic. Trebuie să subliniem că în psihologia sovietică problema legăturii strînse dintre componentele verbal-logice, intuitiv-figurale și acțional-practice, incluse în activitatea psihică unitară a omului, este în principiu rezolvată (în opoziție, de pildă, cu asociaționismul și gestaltismul, care neagă unitatea figuralului și logicului). S-a demonstrat că baza pe care se dezvoltă gîndirea abstractă este constituită de cunoașterea senzorială, relevîndu-se, de asemenea, rolul gîndirii concret-acționale eficiente, figurale și

abstracte la diferite niveluri de vîrstă (S. L. Rubinstein, 1946; F. N. Șemiakin, 1937 ș.a.). Pe noi ne interesează însă în mod special o problemă care are o legătură directă cu domeniul de cercetare ales, privitoare la particularitățile rezolvării problemelor tehnice în condițiile utilizării mijloacelor intuitiv-tehnice și îndeosebi a celui mai important dintre ele: reprezentările schematice.

Așa cum se știe, există două categorii de reprezentări schematice larg răspîndite. Schemele cinematice, pe de o parte, și schemele electrotehnice, pe de alta[36]. Și unele, și celelalte redau imaginea generală a unui principiu de acțiune, a caracteristicii funcționării mașinii, mecanismului sau instalației electrotehnice și radiotehnice[37]. În acest sens, fără să-și piardă elementele cu caracter concret-senzorial, schema se asociază cu noțiunea sau, mai precis, cu sistemul lor.

Încă din analiza precedentă a rezolvării problemelor constructiv-tehnice se putea emite ipoteza că reprezentarea schematică servește ca un fel de punte specifică de legătură între teorie și practică. După opinia noastră, în aceasta și constă rolul specific al oricărei scheme tehnice, în care anumite noțiuni sînt codificate cu ajutorul anumitor simboluri. Din păcate, problema citirii reprezentărilor tehnice schematice și a operării cu ele, cu toate posibilitățile uriașe deschise abordării unor aspecte de cercetare, a rămas pînă în prezent în afara atenției psihologilor. Aceasta nu s-a întîmplat, după cît se pare, din cauza subestimării importanței cercetărilor în domeniul respectiv, ci, în primul rînd, pentru că însuși materialul tehnic este destul de complex și cu multiple sensuri. În acest context este îngreuiată și investigarea experimentală a activității umane, bazată pe utilizarea schemelor.

Trebuie să constatăm că există suficiente cercetări (atît teoretice cît și experimentale) consacrate interrelației dintre componentele concret-figurale și abstract-noționale ale gîndirii și care, prin aceasta, prezintă un interes direct pentru noi.

Unitatea componentelor figurală și logică ale activității este subliniată, în mod deosebit, în lucrările lui B. G. Ananiev (1960), S. L. Rubinstein (1946), N. A. Mencinskaia (culegerea *Studierea gîndirii în psihologia sovietică*, 1966) și ale altor psihologi sovietici de renume. Astfel, S. L. Rubinstein a arătat că și în raționamentele

[36] Cu oarecare rezervă, aici am putea include desenul constructiv de a cărui analiză s-a ocupat B. F. Lomov (1959). Activitatea cu hărțile geografice și topografice a fost cercetată de E. N. Kabanova-Meller (1962) și de F. N. Șemiakin (1954).

[37] Între cele două categorii de scheme există și deosebiri, de care ne vom ocupa în continuare.

pur logice (cum ar fi deducţiile) schemele concrete joacă adeseori un rol important. Chiar în cursul genezei, gîndirea intuitivă nu rămîne la acelaşi nivel; ea evoluează, se complică şi se perfecţionează, odată cu dezvoltarea personalităţii. Deşi am subliniat aceeaşi idee într-o lucrare anterioară (culegerea *Aplicarea cunoştinţelor în practica şcolară a elevilor*, 1961), vrem totuşi să remarcăm şi aici că, în diversele forme ale activităţii intelectuale, interrelaţia dintre laturile figurale şi logice ale gîndirii se poate manifesta, după cît se pare, în mod diferit, în dependenţă de rolul pe care îl joacă respectivele componente în structura generală a uneia sau a alteia dintre activităţi.

Într-o serie de cercetări (atît sovietice, cît şi străine) al căror obiect de analiză îl constituie rezolvarea de probleme tehnice se subliniază că reuşita rezolvării lor nu este posibilă fără participarea atît a componentelor figurale, cît şi a celor logice (B. G. Ananiev, 1960; S. L. Rubinstein, 1946; N. A. Mencinskaia, 1966, *op. cit.*; L. L. Gurova, 1964; E. Franus 1967, 1969; G. Mavrov, 1967; M. Mrîvkov, 1964; E. Messner, 1968 ş.a.).

Analizînd rezolvarea unor probleme tehnice, I. S. Iakimanskaia relevă în cercetarea sa dependenţa eficienţei rezolvării de nivelul operării cu diverse reprezentări spaţiale, care apare pe baza citirii hărţilor tehnologice. Această activitate, destul de complexă, include reproducerea volumului pieselor şi a dimensiunilor pe care le au, precum şi „priceperea de a construi — pe baza imaginii în spaţiu a pieselor supuse confecţionării — a unor noi imagini şi anume a imaginilor pregătite anticipat şi a imaginilor intermediare care reflectă modificările formei anticipate pe măsura prelucrării ei" (culegerea *Psihologia rezolvării problemelor spaţial-tehnice*, 1965, p. 227).

Autoarea menţionează că dacă în cazul formării reprezentărilor statice despre obiect (al cărei indicator este reproducerea imaginii piesei) activitatea se desfăşoară destul de bine, în schimb, apare un cu totul alt tablou în cazul operării cu imagini spaţiale dinamice (indicatorul acestora este constituit din priceperea de a reprezenta obiectul cu modificările pe care le presupune procesul prelucrării). Prin aceasta, I. S. Iakimanskaia stabileşte, pe bună dreptate, o legătură între reuşita rezolvării problemelor tehnice şi dezvoltarea superioară a reprezentărilor dinamice. Ea remarcă, de asemenea, că în procesul instruirii redus la însuşirea disciplinelor de cultură generală nu se poate atinge dezvoltarea anumitor laturi specifice ale reprezentărilor spaţiale, necesare pentru rezolvarea problemelor productiv-tehnice.

„Priceperea de a transforma mintal o figură dintr-o reprezentare în plan într-o reprezentare în spaţiu (şi invers), care se formează prin însuşirea stereometriei şi a desenului tehnic[38], nu se transferă, aşa cum justificat semnalează N. A. Mencinskaia, imediat şi nemijlocit în priceperea de a reconstrui mintal obiectul" (*op. cit.*, 1965, p. 9), adică într-o reprezentare dinamică.

Importanţa deosebită a reprezentărilor dinamice (într-un proces de muncă specific — croit şi cusut) este subliniată în lucrările cercetătoarei L. I. Rumeanţeva (culegerea *Problemele psihologiei instruirii prin muncă în şcoală*, 1968).

În cercetarea lui V. A. Moleako, analizată mai înainte, se demonstra în mod convingător că reuşita elaborării proiectului de construcţie depinde în mare măsură de condiţiile în care are loc desfăşurarea activităţii, şi mai ales de rolul pe care îl joacă în construcţie componenta figurală.

Problemele de natură constructivă sînt propuse constructorilor-profesionişti, de către cercetător, sub trei forme: sub formă de text, sub formă grafică şi sub formă textual-grafică.

Rezultatele cele mai bune au fost obţinute în cazurile în care subiecţii (atît constructori-profesionişti, cît şi elevi) s-au folosit de o formă textual-grafică de prezentare a problemei.

Legătura dintre componentele perceptive şi verbal-intelectuale este una dintre cele mai importante condiţii (ne arată cercetarea lui P. S. Perepeliţa, 1966) ale formării imaginii construcţiei date sau a unor părţi separate ale acesteia.

Cercetînd interrelaţia acţiunilor intelectuale şi practice, B. F. Baev (1963) ajunge la concluzia că în rezolvarea problemelor tehnice, chiar în etapa de început a rezolvării, aceea de înţelegere a condiţiilor problemei, elevii mari simt nevoia să se sprijine pe reprezentare. Acest rol de sprijin al reprezentărilor figurale creşte pe parcursul rezolvării problemelor tehnice.

E. Franus (1966), examinînd problema rolului reprezentărilor imaginaţiei în procesul rezolvării unor probleme de proiectare şi construcţie, afirmă că acestea sînt subordonate gîndirii logice. Reprezentările imaginaţiei se limitează, după părerea sa, la sfera acelor noţiuni în cadrul cărora ele funcţionează. În legătură cu aceasta, autorul consideră că toate erorile de construcţie sînt erori ale gîndirii, şi nu ale imaginaţiei. După părerea noastră, această problemă necesită o cercetare experimentală ulterioară. Observaţiile

[38] În ce ne priveşte semnalăm că tocmai această deprindere era studiată în numeroasele cercetări consacrate examinării particularităţilor reprezentărilor spaţiale.

și faptele arată că există o serie întreagă de erori ce se datoresc unei slabe dezvoltări a reprezentărilor spațiale la om și care direcționează gîndirea pe o cale falsă.

Relația dintre componentele intelectuale și figurale în rezolvarea unor probleme constructive a fost analizată și din punctul de vedere al nivelurilor de dezvoltare a reprezentărilor spațiale și a gîndirii. În acest sens, E. A. Milerian distinge patru niveluri de dezvoltare (1964). La primul nivel, procesul rezolvării problemelor constructiv-tehnice are un caracter preponderent practic și concret-acțional. Imaginea de ansamblu a obiectului de construit lipsește. La al doilea nivel, procesul rezolvării apare difuz și fragmentar. La al treilea nivel, reprezentările spațiale sînt formațiuni „integral-statice", care se supun în mod nesatisfăcător cerințelor de reconstrucție în cazul schimbării condițiilor activității. Doar la al patrulea nivel, ele dobîndesc un caracter dinamic, fiind „integral-dinamice" și putîndu-se modifica sub influența schimbării condițiilor.

N. P. Linkova abordează în lucrarea sa problema nivelului de dezvoltare a reprezentărilor spațiale la elevi (culegerea *Problemele psihologiei aptitudinilor la elevi*, 1964), studiul referindu-se la analiza capacităților tehnice. Autoarea folosește termenul de „gîndire spațială", introdus mai înainte de unii cercetători, fără să fie însă lămurit suficient de aceștia — E. N. Kabanova Meller (1934); O. P. Kaufman (1934); N. F. Cetveruhin (1946) — și tratează de fapt problema capacităților de operare cu imagini spațiale (N. P. Linkova, *op. cit.*, 1964, p. 228). N. P. Linkova menționează că nivelul de dezvoltare a reprezentărilor spațiale este, pînă la un anumit punct, independent de metodele de instruire (după părerea noastă, independența se manifestă mai degrabă în raport cu nivelul de instruire). Astfel, unii elevi de clasa a V-a sînt capabili să opereze corect cu imagini spațiale rezultate din operarea cu materiale destinate elevilor de clasa a IX-a.

Se poate astfel constata că, în bibliografia consacrată activității constructiv-tehnice, problema rolului reprezentărilor spațiale în această activitate este soluționată pozitiv. Toți autorii remarcă marea ei însemnătate în rezolvarea problemelor tehnice. Unii dintre ei consideră reprezentările spațiale drept elemente de sprijin în cursul rezolvării problemelor de gîndire, iar alții tind să le interpreteze ca avînd o valoare relativ independentă în realizarea rezolvării.

Totuși, relația dintre componentele logice și figurale ale activității este actuală nu numai pentru activitatea tehnică. Se poate afirma că această relație are o deosebită semnificație aproape pentru oricare situație de însușire a unor cunoștințe. E. N. Kabanova-Meller subliniază, cu justețe, că: „Este greu de acceptat părerea răspîndită potrivit căreia în însușirea ... sferei cunoștințelor, formarea reprezentărilor constituie o primă etapă, iar formarea noțiunilor, o a doua etapă. În realitate, formarea unei reprezentări fără însușirea concomitentă a noțiunii corespunzătoare (chiar și în forma sa cea mai elementară) nu asigură o asimilare adecvată a cunoștințelor" (1962, p. 93).

În cercetările efectuate de E. N. Kabanova-Meller, este meritorie tratarea diferențiată a reprezentărilor spațiale, definirea tipurilor concrete de asemenea reprezentări. Astfel, autoarea analizează particularitățile reprezentărilor legate de citirea hărților geografice, a planului topografic și a desenelor geometrice. Între altele, într-o serie de cercetări consacrate analizei rezolvării de probleme tehnice se constată numeroase aspecte privind relația componentelor logice și figurale ca o condiție a reușitei rezolvării, dar este insuficient tratat specificul componentei figurale în procesul însușirii cunoștințelor. Distingînd aceste forme de reprezentare, autoarea demonstrează, în mod convingător, legătura lor strînsă cu activitatea de gîndire, în particular cu procedeele de abstractizare. În ceea ce ne privește, menționăm că activitatea de abstractizare a subiectului, în cursul citirii multor reprezentări tehnice, constituie o verigă necesară și esențială pentru reușita rezolvării problemei, în procesul căreia este implicată citirea diferitelor reprezentări schematice.

Inadmisibilitatea unei rupturi între imagine și noțiune (în sensul larg al cuvîntului) este subliniată într-o serie de cercetări (S. L. Rubinstein, 1946, 1958; P. P. Blonski, 1964; F. N. Șemeakin, 1937, 1959; H. Wallon, 1956, 1967; E. I. Ignatiev, 1961 ș.a.). Într-un fel sau altul, în aceste lucrări imaginea este considerată ca un suport în cursul însușirii cunoștințelor și formării priceperilor, remarcîndu-se totodată modificarea suferită de rolul imaginilor în legătură cu procesul de învățare și cu particularitățile de vîrstă. Imaginea devine mai generalizată și capătă un caracter mai specific (E. N. Kabanova-Meller 1962, 1968; E. I. Ignatiev 1961; L. V. Zankov, 1963).

A fost, de asemenea, elaborată problema relației dintre imagine (structura sa și condițiile de funcționare) și acțiunea practică (B. G. Ananiev, 1950; N. F. Cetveruhin, 1949; A. A. Liublinskaia, 1959; E. N. Kabanova-Meller, 1962, ș.a.).

B. G. Ananiev (1955) arată că reprezentările memoriei legate de activitatea productivă sînt mult mai constante în cazul în care

au ca punct de origine elementele cele mai semnificative ale activității practice.

L. F. Lomov stabilește o dependență directă între „formarea sistemului de reprezentări spațiale generalizate și totodată specializate" (1959, p. 269) și rezultatele activității grafice. Autorul afirmă că această dependență se constituie pe baza observației, măsurării și construirii. B. F. Lomov subliniază funcția reglatoare a reprezentărilor spațiale în activitatea grafică practică a elevilor.

Este important de menționat că, în cursul activității practice, reprezentările se pot modifica și reelabora. În această privință, nota S. L. Rubinstein (1946), ceea ce este mai important și esențial în reprezentări trece pe primul plan, în timp ce însușirile neesențiale se plasează pe un plan secundar.

Din păcate, problema reprezentărilor rămîne aproape neelaborată în privința acelor forme ale ei care apar pe baza perceperii reprezentărilor tehnice schematice. Doar în unele cercetări se consemnează rolul deosebit al reprezentărilor simbolice. Astfel, Villwood subliniază că imaginile simbolice constituie nivelul superior al reprezentărilor, deoarece ele sînt într-o mare măsură „intelectualizate" [citat după E. N. Kabanova-Meller (1962, p. 97)]. S. L. Rubinstein (1946) indică rolul imens pe care îl au schemele intuitive fie chiar și într-un astfel de proces pur intelectual cum este procesul deducției.

Este îndeobște cunoscut că, într-un foarte mare număr de cazuri, apariția reprezentărilor spațiale este legată de perceperea diferitelor forme de material intuitiv.

În instruire, principiul intuitivității este unul dintre principiile didactice fundamentale. Este greu de supraapreciat rolul mijloacelor intuitive în activitatea productiv-tehnică. În același timp, trebuie să constatăm din nou că, în ciuda cantității uriașe de cercetări psihologice, didactice și metodice, privind rolul inituiției în instruire și în însușirea multor discipline școlare de cultură generală, aproape că lipsesc lucrările în care să se fi examinat variatele mijloace cu caracter intuitiv utilizate în tehnică. De aceea, și în acest caz am fost nevoiți să ne aplecăm în principal asupra unor cercetări desfășurate pe un material ce nu era tehnic.

Perceperea materialului intuitiv nu este un act pur contemplativ. Acest proces se află într-o relație strînsă cu gîndirea logică și operarea cu imagini [S. L. Rubinstein, (1946)]; N. A. Mencinskaia, culegerea *Studierea gîndirii în psihologia sovietică* (1966); E. N. Kabanova-Meller (1934, 1962); B. G. Ananiev, (1960); B. F. Lomov (1959, 1961) ș.a.].

În psihologia pedagogică, rolul suportului intuitiv este relevat cu deosebire în legătură cu inițierea în studiul cunoștințelor teoretice. S-a efectuat o clasificare a mijloacelor intuitive din diferite puncte de vedere. Astfel, L. V. Zankov (1960, 1963) distinge o serie de forme de asociere a cuvîntului cu materialul intuitiv, analizînd detaliat funcția unuia și a celuilalt. Obiectul concret poate servi fie ca punct de plecare pentru expunerea verbală, fie ca suport pentru sesizarea relației dintre fenomenele studiate de elevi ș.a.m.d. Într-o serie de cercetări de didactică, A. I. Zilberstein (1956, 1963) urmărește specificul imaginilor care apar pe baza perceperii unor mijloace intuitive. Autorul împarte mijloacele intuitive în: fotografii, ilustrații figural-mediatoare (schițe, reproduceri, desene tehnice) și ilustrații schematic-mediatoare (hărți, scheme, diagrame). Clasificarea lui B. F. Lomov (1959)[39] se realizează pe o bază mai largă. El diferențiază două mari grupe de mijloace intuitive: obiecte naturale (reale) și obiecte grafice (schițe, desene tehnice, diagrame, scheme). Principalul neajuns al clasificărilor prezentate constă în accentuata unilateralitate a criteriilor de alcătuire, întrucît la baza împărțirii se află o singură caracteristică a mijloacelor intuitive. În afară de aceasta (cu excepția cercetării lui B. F. Lomov), în clasificările amintite nu sînt examinate mijloacele intuitiv-tehnice. Din punctul de vedere al acestor clasificări, nu pot fi analizate amănunțit toate mijloacele intuitive de natură tehnică și nici nu pot fi considerate de pe pozițiile exigențelor pe care ele le formulează față de activitatea intelectuală a omului.

Consemnînd valoarea pozitivă a mijloacelor intuitive în activitatea omului, unii autori subliniază că, în anumite condiții, funcțiile intuiției pot fi și negative. Astfel Meumann (1914—1917), Thorndike (1926, 1932, 1935), A. N. Leontiev (1947), T. G. Egorov (1953) și alții au arătat efectul de distragere exercitat de materialul intuitiv dacă în activitatea școlară intervine, potrivit argumentelor lui A. N. Leontiev (1947), un dezacord între problemele subiectivă și obiectivă (1947).

E. N. Kabanova-Meller a constatat că au loc fenomene de fixare la desenul „standardizat", la „desenul de carte" (1962, p. 330). Obzservații similare sînt consemnate în cercetările lui G. A. Vladimirskii (1949), V. I. Zîkova (1955, 1960), K. Duncker (culegerea *Psihologia gîndirii*, 1965), E. G. Serebreanîi (1964). E. N. Kabanova-

[39] Este important să menționăm că autorul examinează și mijloacele intuitiv-tehnice.

Meller indică drept cauză a acestei „încătușări" insuficienta varietate a materialului intuitiv și slaba activitate de abstractizare a elevilor, determinate de particularitățile metodei de predare.

În cercetările efectuate de L. L. Gurova (1964), s-a arătat că perceperea materialului intuitiv poate, în general, să nu exercite o influență asupra rezolvării problemelor, dacă activitatea perceptivă nu este integrată în desfășurarea raționamentului și dacă este lipsită de funcția de control. Aceste date se apropie de cele ale cercetării lui E. Franus (1966), care subliniază că pînă și reprezentările imaginației nu au o valoare de sine stătătoare în activitatea de creație, ci sînt încorporate în „planul gîndirii".

Perceperea materialului intuitiv trebuie să conducă la formarea „priceperii de a vedea" obiectul (P. P. Blonski, 1964; D. N. Bogoiavlenski și N. A. Mencinskaia, 1959; L. V. Zankov, 1960; E. N. Kabanova-Meller, 1962; B. F. Lomov, 1959). Această afirmație este indiscutabil corectă. Dar, așa cum se arată în numeroase cercetări, într-o activitate concretă, priceperea respectivă își formulează exigențele față de cele mai diferite laturi ale materialului intuitiv și ale imaginilor ce apar pe baza acestei percepții. În capitolul despre activitatea de construcție am avut prilejul să demonstrăm acest lucru. În legătură cu cele spuse mai sus, un deosebit interes îl prezintă relevarea particularităților „priceperii de a vedea" reprezentările tehnice schematice.

Studierea problemei reprezentărilor spațiale și a perceperii materialului intuitiv s-a realizat, în principal, cu ajutorul metodei experimentului natural (sau al unor modalități apropiate de acesta). Fără a minimaliza însemnătatea unor asemenea metode, trebuie totuși să remarcăm că procesul ca atare al perceperii și formării imaginii în astfel de condiții se dezvăluie insuficient. Adesea, doar rezultatul perceperii poate fi supus unei explorări, mai mult sau mai puțin precise. Într-o serie de cazuri, studiul procesului de percepere a unui obiect se efectuează urmărind rezultatele activității reproductive pe etapele desfășurării ei, ca, de pildă, în cercetările bazate pe aplicarea metodei „secțiunilor"[40]. (E. I. Ignatiev, 1961). Totuși, în cazul citirii reprezentărilor tehnice schematice avem de-a face cu situații mai complexe: rezultatul citirii îl constituie sinteza perceperii nemijlocite a imaginii și operării cu ea, pe baza perceperii. De aceea, apare ca extrem de interesantă noțiunea de imagine operativă, introdusă de D. A. Oșanin (1969). Într-o activitate complexă, legată de rezolvarea problemelor tehnice, omul nu poate

[40] Este vorba despre „secțiunile perceperii", despre schițele succesive ale materialului perceput.

doar să contemple, limitîndu-se la „percepția pură". În diferitele etape ale rezolvării, el își elaborează un model operativ a ceea ce este perceput, model care pare a fi adecvat problemei și situației. După cît se pare, în procesul citirii reprezentărilor tehnice schematice, ca rezultat al descifrării lor, precum și pe baza imaginii inițiale a obiectului, apare modelul său operativ. El este labil și se poate reconstrui ca efect al schimbării condițiilor activității (al demersului urmat în rezolvarea problemei). Cu toate acestea, modul în care se desfășoară perceperea materialului intuitiv, pe baza căreia apare și imaginea operativă, adeseori este un lucru greu de urmărit. Pentru surprinderea obiectivă a imaginilor, considerăm că se poate recurge la ajutorul metodei de înregistrare pe film a pupilei ochiului, metodă aplicată cu succes în cercetările efectuate de B. P. Zincenko (1958, 1966), O. K. Tihomirov (1969), V. N. Pușkin (1965), D. N. Zavalișina (1964) ș.a. Această metodă, asociată cu experimentul natural, trebuie folosită în cercetarea procesului rezolvării de probleme tehnice.

Pot fi astfel introduse în studiu următoarele probleme ce decurg în mod firesc din analiza activității productiv-tehnice:

În primul rînd, care sînt formele fundamentale de mijloace intuitiv-tehnice, din punctul de vedere al cerințelor cu care este confruntat cel ce lucrează cu ele?

În al doilea rînd, în ce constau particularitățile rezolvării de probleme în care citirea reprezentărilor tehnice și operarea cu reprezentări spațiale constituie o componentă esențială?

În al treilea rînd, ce relații există între perceperea reprezentărilor tehnice schematice și reprezentarea mintală a acestora, pe de o parte, și componentele noționale și practice ale activității tehnice, pe de altă parte? Cu alte cuvinte, care este interrelația dintre acțiunile teoretice și practice ce se realizează în procesul operării cu reprezentări tehnice schematice?

În al patrulea rînd, în ce măsură se justifică utilizarea înregistrării speciale pe film ca modalitate de obiectivare a procesului rezolvării problemelor de gîndire, prezentate sub formă grafic-intuitivă?

2. CLASIFICAREA MIJLOACELOR INTUITIV-TEHNICE

Analiza teoretică a diferitelor forme de intuiție tehnică permite distingerea a trei criterii de clasificare a acestora.

Unul constă în relația dintre cantitatea componentelor reale ale obiectului tehnic natural, redat printr-un anumit mijloc intui-

tiv, şi cantitatea de simboluri substituite componentelor reale ale obiectului (prin intermediul semnificaţiei lor convenţionale).

Mijloacele intuiţiei tehnice nu conţin caracteristici reale în egală măsură cu cele simbolice. Multe dintre ele sînt înlocuite cu semne, cum apare, de pildă, deosebit de evident în cazul reprezentărilor schematice. În cazul reprezentării grafice a unor maşini, dispozitive şi aparate complexe, redarea lor sub o formă intuitiv-concretă este dificilă. De aici şi necesitatea înlocuirii diferitelor componente prin semne (simboluri). Potrivit acestui criteriu de clasificare, toate mijloacele intuiţiei tehnice ar putea fi distribuite bipolar — la un pol situîndu-se obiectul natural, iar la celălalt, schema. Aici, în intervalul dintre aceşti poli, se află o grupă mare de mijloace intuitive. De exemplu, în desenul tehnic, semnele convenţionale, respectiv, componentele-simbol, vor fi mai multe decît în schiţă.

Mai departe, se poate afirma că în orice obiect tehnic real, cît de cît complex, există întotdeauna componente concrete care rămîn ascunse pentru perceperea directă. În acelaşi timp, oricare ar fi caracterul schematizării mijloacelor intuitive folosite, întotdeauna ele trebuie să redea şi laturile reale ale obiectelor. Astfel, schema ilustrează atît natura, cît şi semnificaţiile convenţionale care o substituie. În acest mod, diferenţierea mijloacelor intuiţiei tehnice pe baza primului criteriu nu este absolută, ci relativă. Se poate presupune că cerinţele faţă de activitatea omului, în cursul utilizării diverselor mijloace de intuiţie tehnică, vor fi foarte diferite din punct de vedere psihologic. Pentru că una este să se lucreze cu un obiect real, şi alta este să se opereze cu reprezentarea schematică a acestuia. Prima pare să fie o situaţie intuitiv-concretă, iar cea de-a doua, intuitiv-abstractă.

Al doilea criteriu, legat nemijlocit de cel precedent, constă în cantitatea absolută de caracteristici ale obiectului. Se ştie că, odată cu dezvoltarea tehnicii şi producţiei, are loc o creştere a complexităţii maşinlor, dispozitivelor, aparatelor şi instalaţiilor. De aceea, redarea lor schematică nu poate nici pe departe să reflecte întotdeauna toate piesele instalaţiei şi detaliile principiului după care acţionează. Este firesc ca, pe măsura evidenţierii celor mai esenţiale caracteristici, numărul total de indicatori redaţi prin mijloacele intuiţiei tehnice să se micşoreze. De exemplu, se poate presupune că citirea unei scheme (să zicem a unui obiectiv electrotehnic) — un „pol" — îi va provoca omului mai puţine imagini concrete decît perceperea obiectului real ca atare (a instalaţiei electrotehnice) — celălalt „pol". Sau, de pildă, perceperea fotografiei obiectului oferă

un ansamblu mult mai viu şi mai bogat de reprezentări (imagini) concrete, decît perceperea desenului.[41]

Cele două criterii examinate sînt strîns legate între ele. Pe de o parte, simbolurile general-convenţionale „introduse" în reprezentările schematice reduc cantitatea de caracteristici concrete conţinute în aceste reprezentări, iar pe de altă parte, fixarea rezultatelor şi a abstractizării (cum sublinia I. M. Secenov) presupune utilizarea de semne şi simboluri. Acest fapt, la rîndul lui, amplifică partea de contribuţie a imaginilor componentelor-substitut, în cantitatea totală de reprezentări mintale. Prin urmare, odată cu diminuarea cantităţii absolute de caracteristici, prezente în mijloacele intuitiv-tehnice, creşte cantitatea caracteristicilor simbolice, adică a caracteristicilor-substitutive, în raport cu cele reale.

Al treilea criteriu se defineşte prin gradul de interrelaţie dintre „dinamicitatea" şi „staticitatea" mijloacelor intuitiv-tehnice.[42] Din punctul de vedere al acestui criteriu, toate mijloacele intuiţiei tehnice pot fi împărţite în două mari grupe: statice şi dinamice. De exemplu, părţile din construcţia unei maşini, schiţele lor tehnice sau desenele tehnice respective vor fi mijloace intuitive statice, iar maşina în ansamblul său (ca un complex al părţilor ei funcţionale, în mişcare), ca şi schema ei cinematică vor reprezenta mijloacele intuitive dinamice.

Este necesar să semnalăm o contradicţie ce intervine aici şi pe care subiectul trebuie să o depăşească în situaţiile de lucru cu asemenea mijloace de intuiţie tehnică. Este posibil ca (în scopul unei mai bune examinări) diferitelor părţi ale maşinii (în formă asamblată, imobile) să li se schimbe locul. Totuşi mijlocul respectiv îl vom încadra în prima grupă. Cînd însă trebuie văzută mişcarea pe o schemă cinematică „statică" (fără de care nu este posibilă înţelegerea specificului acţiunii instalaţiei), şi imaginea operativă trebuie să fie dinamică; un astfel de mijloc intuitiv urmează a fi încadrat în a doua grupă.

Imaginile dinamice (nu mijloacele intuitiv-tehnice) pot fi divizate în două subgrupe.

---

[41] Este vorba despre aspectul pur psihologic al percepţiei, despre faptul că fotografia, ca obiect mult mai concret, poartă amprenta unei multitudini de atribute esenţiale şi neesenţiale.

[42] Termenii „dinamicitate" şi „staticitate" i-am aşezat între ghilimele spre a-i atrage atenţia cititorului că ei nu au o legătură directă cu noţiunile de dinamică şi statică (de pildă, din mecanica tehnică), semnificaţia lor fiind mult mai largă. Este vorba despre reprezentarea proceselor mişcării într-o instalaţie tehnică.

Dacă pe primul plan se situează structura sau forma obiectului[43], atunci funcţia imaginii operative constă în aceea că omul are posibilitatea fie să cuprindă cu privirea întregul obiect, să unifice componentele perceptuale într-o imagine unitară integrală, fie, dimpotrivă, să separe din obiect un anumit fel de componente. Apare şi posibilitatea transformării structurii existente a instalaţiei tehnice, a schimbării pe plan mintal a poziţiei diferitelor părţi ş.a.m.d. Asupra acestui aspect atrag atenţia în mod deosebit E. N. Kabanova-Meller (1962), V. I. Zîkova (1955, 1963), I. S. Iakimanskaia (*op. cit.*, 1965) şi mulţi alţi cercetători.

Acelaşi tablou poate fi urmărit şi în cazul perceperii şi operării cu mijloace intuitiv-tehnice. De exemplu, dacă desenul tehnic al unei piese de construcţie oarecare este reprezentat în trei proiecţii, atunci, pentru citirea lui este adesea necesară crearea unei imagini concrete a întregii piese. Imaginile tuturor celor trei proiecţii trebuie prezentate ca şi cum ar fi în mişcare, spre a fi asamblate într-un tot unitar. Este posibilă şi o altă sarcină: potrivit schiţei tehnice generale a piesei, cele trei proiecţii ale ei să se construiască într-un singur plan. Dar şi în acest caz, nu poate fi evitată o anumită dinamică a imaginilor.

Manifestarea unei asemenea dinamici a imaginilor poate avea loc în perceperea şi înţelegerea oricăror mijloace ale intuiţiei tehnice (atît statice, cît şi dinamice). Aici, însăşi structura obiectului este statică, iar imaginea ce apare pe baza perceperii ei poate să posede o anumită mobilitate, flexibilitate, vitalitate (în funcţie de sarcina dată subiectului).

Dacă, în schimb, pe prim plan apare latura de conţinut şi funcţională a obiectului tehnic, atunci baza pentru operarea cu imagini dinamice constă în însăşi dinamica mijloacelor intuiţiei tehnice. Ea este determinată de specificul lucrului sau de principiul acţiunii obiectelor tehnice ca atare şi, de aceea, imaginile dinamice de acest gen sînt diferite de primele.

Astfel, la strungul pus în funcţiune sau pe schema sa cinematică poate fi urmărită mişcarea arborilor, a roţilor dinţate, a cuţitelor, iar în cazul instalaţiilor electrotehnice sau pe schemele lor, se poate urmări trecerea curentului în circuite. Aici, în schema statică trebuie văzută dinamica proceselor care se produc, nefiind suficientă perceperea de operare cu imagini dinamice de primul gen.

[43] Prin forma sau structura obiectului tehnic înţelegem asamblarea, arhitectonica, construcţia şi reprezentarea grafică; prin conţinutul său, înţelegem procesele ce se produc în acest obiect (mecanice, electrice ş.a.m.d.), relaţiile funcţionale dintre componentele instalaţiei şi principiile funcţionării sale.

Cea de-a doua formă a imaginilor dinamice este mai complexă decît prima şi corespunde unui nivel mai înalt de percepere pe baza conştientizării. Operarea cu aceste imagini presupune cunoaşterea şi înţelegerea esenţei fizico-tehnice a proceselor, a interrelaţiei şi interacţiunii lor. Prin urmare, operarea cu ele este cuprinsă direct în planul noţional al activităţii. Dacă adesea este justificat şi, sub diverse sensuri, utilizat termenul de „gîndire spaţială", atunci el trebuie să încorporeze mai îndeaproape tocmai acest fel de imagini dinamice şi procesul operării cu ele.

S-ar părea că între fiecare din primele două criterii şi cel de-al treilea nu există o legătură strînsă. Totuşi lucrurile nu stau aşa. Efectiv, în strungul real şi în schema sa cinematică poate fi citit unul şi acelaşi conţinut (procesele mecanice), deşi, după cît se pare, cantitatea de imagini ce apar într-un caz şi în celălalt, în cursul citirii, nu va fi identică. Imaginile dinamice a căror apariţie nu este condiţionată numai de conţinutul obiectului, ci şi de activitatea de operare cu ele, se constituie foarte intens cînd numărul tuturor caracteristicilor, incluzîndu-le şi pe cele reale, se micşorează, iar numărul caracteristicilor substitutive creşte. De regulă, în desenele tehnice şi în scheme creşte numărul elementelor convenţionale (în raport cu obiectele reale). De aceea, în scopul formării unei imagini integratoare, omul are nevoie să cumuleze adesea diversele elemente ale reprezentărilor grafice, ajungînd în acest mod la mai multe imagini dinamice. Să comparăm, de pildă, perceperea piesei reale a unei maşini sau a unui mecanism cu aceeaşi piesă, reprezentată convenţional în desenul tehnic prin trei proiecţii distincte, care trebuie îmbinate. Prin urmare, dacă examinăm imaginile, care se formează în strînsă relaţie cu activitatea gîndirii, nu putem să nu recunoaştem că între toate cele trei criterii există o anumită corelaţie.

Plecînd de la criteriile expuse mai sus, vom analiza prin ce se disting în mod particular mijloacele intuiţiei tehnice aplicabile în practică, în ce constau particularităţile perceperii lor, ale înţelegerii lor şi ale operării cu ele, care sînt cerinţele cu care mijloacele respective îl confruntă pe om. Această analiză am realizat-o împreună cu inginerul-metodist E. G. Serebreanîi.

Obiectele reale (naturale), aplicabile ca mijloace ale intuiţiei tehnice, îşi păstrează, de regulă, forma, dimensiunile, volumul, respectiv construcţia, precum şi principiul de acţiune al dispozitivelor tehnice care funcţionează în condiţiile producţiei. Acestea sînt atît obiecte reale, relativ simple, care pot fi percepute de om în mod direct şi total, cît şi obiecte complexe, reprezentate în unele cazuri în secţiune, sub forma mulajelor şcolare etc. Aici pot fi incluse

materialele, instrumentele, modelele unor fabricate, mecanismele demontabile, mașinile sau părțile unor mașini, instalațiile tehnice complete ș.a. În cazul acesta, avem de-a face cu un număr maxim de caracteristici reale, iar codificarea lor, cum este de așteptat, lipsește. Caracteristicile esențiale nu sînt separate (sau sînt aproape nediferențiate) de cele neesențiale. Din punctul de vedere al rezolvării diverselor teme școlare, mijloacele intuitive respective conțin adesea informații de prisos. Dinamica — procesele fizice și alte procese — poate fi sesizată în acest caz dacă procesele respective sînt destul de vizibile, neascunse înăuntrul obiectelor. Astfel, fenomenele mecanice sînt percepute relativ ușor dacă partea cinematică a mașinii este accesibilă studiului. În schimb, fenomenele electrice, după cum se știe, nu pot fi percepute nemijlocit în obiectul electrotehnic natural.

Machetele (modelele tehnice) facilitează individului, într-o oarecare măsură, diferențierea și sesizarea, în mod intuitiv, a esențialului, chiar în obiectul tehnic real. Prin utilizarea lor, se conservă, într-un grad mai mare sau mai mic, natura propriu-zisă a obiectului, motiv pentru care sînt prezente în machetă și o serie de caracteristici secundare. Pentru machetă este specific faptul că toate părțile sale sînt dispuse la vedere, „necamuflate". De obicei, machetele se construiesc astfel încît, pe baza celor mai importante repere și componente, să poată fi redate intuitiv, în primul rînd, organizarea, structura obiectului, iar în al doilea rînd, dinamica anumitor fenomene tehnice. Este normal ca în aceste cazuri să se creeze condiții mai prielnice pentru formarea imaginii operative, decît cele pe care le oferă perceperea obiectelor reale.

În fotografii și desene, obiectele reale sînt reprezentate într-un singur plan. Sistemul relațiilor spațiale este de așa natură aici încît unele părți ale obiectului apar reprezentate mai aproape decît altele, or aceasta evocă natura. Analizînd mijloacele intuiției tehnice, trebuie să diferențiem fotografia și desenul realist de „desenul rudimentar" (după terminologia lui N. N. Volkov, 1950), care ar putea fi numit schiță de proiect. Desenul realist și fotografia pot reda, mai mult sau mai puțin adecvat, însușirile concrete ale obiectului; desenul rudimentar tinde, într-o anumită măsură, spre desenul tehnic și spre schemă, deoarece conține elemente de convenționalism.

Pentru tot acest grup de mijloace ale intuiției tehnice, este caracteristic faptul că, în afară de unele însușiri spațiale ale obiectului real (forma, mărimea, proporțiile, poziția), ele mai reflectă (în opoziție cu desenul tehnic și schema) culoarea, luminozitatea și, foarte des, fondul. Deși fotografiile și îndeosebi desenele tehnice evidențiază, într-o anumită măsură, esențialul, totuși, aici, există

încă multe detalii „de prisos", caracteristici secundare (din punctul de vedere al sarcinii date subiectului). Este important și rolul fondului, nelegat întotdeauna prin conținutul său de reprezentarea de bază. Legăturile esențiale și relațiile nu sînt percepute „în relief", întrucît componentele cele mai importante sînt insuficient diferențiate de componentele mai puțin importante. De aceea, formarea imaginii operative este îngreuiată în acest caz de reprezentările colaterale ale componentelor neesențiale ale reprezentării grafice.

Desenele tehnice permit în primul rînd să se evidențieze caracteristicile spațiale esențiale, iar obiectul este reprezentat în acestea în diferite poziții, în secțiune, sub o formă mărită sau micșorată, din unghiuri diferite, în proiecții variate. Unele trăsături reale ale formei obiectului lipsesc deseori în desenul tehnic; de asemenea, fondul nu este reprezentat. Cel ce se folosește de desenul tehnic nu percepe nemijlocit perspectiva. B. F. Lomov consideră că a citi un desen tehnic înseamnă a-ți reprezenta obiectul real, pe baza perceperii desenului, a vedea, înainte de toate, caracteristicile spațiale (1959). E. N. Kabanova-Meller (1962), V. I. Zîkova (1955), I. S. Iakimanskaia (*op. cit.*, 1965) remarcă rolul determinării relațiilor spațiale în cursul citirii desenului tehnic.

Desenul tehnic conține o serie de convenții. Astfel, obiectele sînt reprezentate echidistant, independent de dispunerea lor reală. Pe desen lipsește racursiul adecvat formei reale, pentru că la figura sau la obiectul reprezentat părțile îndepărtate nu au dimensiunile micșorate. Uneori, proporțiile secțiunilor nu corespund imaginii obiectului real. De exemplu, în proiecția frontală, secțiunile verticale au o lungime de două ori mai mare decît cele dispuse într-un unghi de 135° față de ele. În acest mod, la perceperea desenelor tehnice (comparativ cu perceperea fotografiilor și a schițelor) se produce o micșorare ulterioară a numărului absolut de caracteristici reale și apar imagini condiționate de operarea cu caracteristicile-substitutive.

Graficele și diagramele se deosebesc de desenele tehnice pentru că, prin intermediul caracteristicilor spațiale și al interrelațiilor lor, omul poate ajunge pe o cale mediată la imagini dinamice care reflectă legături și relații funcționale (logice), fizice (de conținut) ș.a.m.d. B. F. Lomov atrage atenția asupra faptului că prin intermediul graficelor sînt reprezentate, în mod intuitiv, dependențe cantitative și temporale (1959).

Se consideră că rolul graficelor (alături de diagrame) este mai amplu în instruire. Realmente, cu ajutorul graficelor se poate ușor reprezenta tabloul modificărilor anumitor evenimente sau procese, cînd unele dintre ele sînt funcție de celelalte. În mod analog, dia-

gramele vectoriale permit o operare intuitivă cu mărimile electrotehnice ale curentului, ale tensiunii, ale forței. Prin urmare, în grafice și diagrame, sfera caracteristicilor reale ale obiectelor este foarte limitată, aceste mijloace intuitive fiind reprezentate în principal prin caracteristici-substitut, care nu redau ca atare fapte și fenomene, ci relațiile dintre acestea, dinamica modificărilor suferite de ele, adică procesele fizico-tehnice.

Reprezentările schematice sînt obiecte simbolice ce conțin un sistem specific de semne, de semnificații convenționale și care substituie complet mecanismele reale. Astfel, schemele electro-tehnice și cinematice constau din semne, fiecare dintre acestea semnificînd o parte mecanică a unei mașini sau un aparat electrotehnic. Aici, caracteristicile reale lipsesc sau sînt reduse la minimum. Caracteristicile convenționale redau adesea obiectele reale, dar nu în mod direct, ci prin intermediul anumitor relații reprezentate cu ajutorul unor coduri. Întrucît aceste mijloace ale intuiției tehnice sînt reprezentate prin semne convenționale, numărul componentelor lor este limitat, iar componentele însești sînt cele esențiale. În asemenea materiale, excedentul de informație lipsește sau informația este redusă la minimum. Obiectele simbolice, lipsite de „fondul perturbator" al caracteristicilor neesențiale, descriu în modul cel mai pregnant dinamica fenomenelor fizico-tehnice proprii obiectului pe care îl reprezintă grafic convențional. După cît se pare, în aceste condiții, imaginea operativă, dacă este corectă, se dovedește mai adecvată conținutului mecanismului tehnic.

Analiza expusă cuprinde principalele mijloace ale intuiției tehnice[44]. Ea a fost efectuată pe baza celor trei criterii prezentate mai înainte. De aceea, se poate afirma că aceste criterii, care se exprimă prin numărul absolut de caracteristici, prin relația dintre numărul caracteristicilor reale și al caracteristicilor-substitut, precum și prin interrelația statică și dinamică a mijloacelor intuitiv-tehnice, sînt mai mult sau mai puțin universale.

3. CORELAREA CUNOȘTINȚELOR TEORETICE ȘI A ACȚIUNILOR PRACTICE ÎN PROCESUL REZOLVĂRII DE PROBLEME TEHNICE PRIN UTILIZAREA REPREZENTĂRILOR SCHEMATICE

În una din primele noastre cercetări experimentale (1959, 1960) am stabilit că o cauză fundamentală a rezolvării nesatisfăcătoare de către elevi a problemelor tehnice (îndeosebi a problemelor de elec-

[44] Nu am examinat aici toate genurile de mijloace intuitiv-tehnice (de pildă, nu am analizat toate tipurile de proiecții sau desene de construcție

tromontaj) o constituie formarea la aceștia a unor sisteme de cunoștințe, priceperi și deprinderi relativ închise, rigide. Ele îmbracă forma unui anumit sistem de cunoștințe teoretice, de priceperi de a opera cu schemele prezentate, a unui anumit sistem de acțiuni practice, legate de montajul electric.

Într-o altă lucrare a noastră, culegerea *Aplicarea cunoștințelor în practica școlară a elevilor* (1961), care își propunea să urmărească nivelul cunoștințelor și priceperilor tehnice (s-au colectat 503 lucrări scrise), am prezentat unor elevi din clasele a VIII-a și a IX-a[45] — de la școlile „Moscova" și „Electrostal" — un sistem de probleme tehnice în scopul aplicării cunoștințelor și deprinderilor însușite. Fără a analiza răspunsurile elevilor la toate cele 14 întrebări și probleme, în mod deliberat ne vom opri asupra problemelor care au fost selectate în scopul relevării interrelațiilor dintre acțiunile în planurile noțional, figural și practic formate la elevi. Evident că procesul însuși al constituirii acestor interrelații nu îl vom putea releva. Totuși, prezintă interes caracterizarea erorilor și dificultăților întîmpinate de elevi în rezolvarea unui asemenea gen de probleme.

Prima întrebare din acest sistem a fost cît se poate de simplă: „Ce se întîmplă cînd mișcarea se transmite de la roata dințată mică la cea mare? Ce semnificație practică are acest gen de transmisie în tehnică?"

Desigur, în procesul instruirii prin muncă în ateliere și în procesul de producție, în întreprinderile industriale, elevii au avut în permanență de-a face cu diferite feluri de transmisii și poate, mai mult decît cu altele, cu transmisiile prin roți dințate. De aceea, ne-am așteptat ca ei să poată generaliza principiile de acționare ale acestora. O astfel de generalizare trebuia realizată prin actualizarea cunoștințelor teoretice corespunzătoare și a bagajului de reprezentări (concrete sau schematizate) despre dispozitivele mecanice.

Una dintre particularitățile comune ale diverselor transmisii prin roți dințate constă, așa cum se știe, în schimbarea vitezelor mișcării de rotație. O altă particularitate comună constă în schimbarea direcției rotației.

etc.) întrucît lucrul acesta nu l-am considerat necesar. Pe baza criteriilor descrise mai sus, o asemenea analiză poate fi efectuată în fiecare ramură specială a tehnicii sau a producției. Sarcina noastră a constat în analizarea genurilor principale și larg răspîndite, a mijloacelor intuitiv-tehnice.

[45] Ei au efectuat practica în producție în ateliere bine utilate și în întreprinderi mari, cu ateliere-școală.

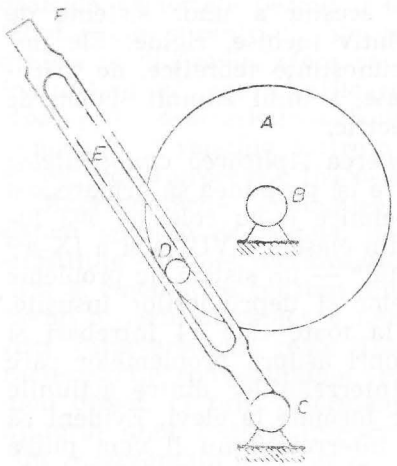


Fig. 29

Aproape nici un elev nu a realizat concomitent ambele generalizări şi tabloul cît de cît desfăşurat al aplicării transmisiei prin roţi dinţate.

Vom prezenta datele respective. Din 263 de elevi, numai 4 au dat răspunsuri destul de complete, generalizate. Am primit, ce-i drept, puţine răspunsuri incorecte, în total 17, iar 51 de elevi nu au dat nici un fel de răspuns. Trebuie să atragem însă atenţia asupra caracterului majorităţii răspunsurilor: 189 de elevi au răspuns corect la întrebarea privind schimbarea vitezei şi nu au răspuns deloc la întrebarea privind schimbarea direcţiei mişcării de rotaţie. Cazurile inverse au fost rare. Răspunsul corect la întrebarea asupra schimbării direcţiei, neînsoţit de un răspuns şi la întrebarea care viza schimbarea vitezei, a fost dat doar de 4 elevi. În acest fel, a devenit evidentă unilateralitatea judecăţilor emise de elevi. Concluzia pur teoretică o formulau relativ uşor: „La roata mare şi dinţii sînt mai mari, deci ea se va roti mai încet". Totuşi, cînd li se cerea să treacă la analiza raţională a dependenţelor spaţiale, elevii o realizau mult mai greu[46].

Pentru a obţine confirmarea acestei ipoteze, elevilor li s-a dat o problemă care nu putea fi rezolvată numai în plan raţional-teoretic sau în plan intuitiv-figural.

„Roata *A* (fig. 29) este îmbinată cu arborele *B* şi se roteşte în sensul acelor de ceasornic. Prin învîrtire, roata *A* pune în mişcare placa *F*, deoarece bolţul *D* este unit cu roata *A* şi se mişcă prin rotirea acestei roţi pe fanta *E*. Totodată, placa *F* este fixată de arborele *C*, care nu are mişcare proprie, dar se poate roti atît în sensul acelor de ceasornic, cît şi invers.

a) Descrieţi ce fel de mişcare va efectua placa *F* în cursul rotirii complete a roţii *A*, adică, pe întreaga perioadă în decursul căreia bolţul *D* parcurge drumul de la poziţia iniţială, reprezentată în schemă (vezi fig. 29), revenind la aceeaşi poziţie.

[46] În ceea ce priveşte problema folosirii transmisiilor prin roţi dinţate, şi în acest caz elevii se limitează, de regulă, la datele ilustraţiilor, fără a veni cu răspunsuri de generalizare.

b) Viteza mişcării plăcii *F* va fi oare aceeaşi sau va diferi în perioada rotirii complete a roţii *A*, dacă se are în vedere că ea se învîrteşte uniform?"

Sub raport psihologic, această problemă este interesantă în mai multe privinţe. Mai întîi, rezolvarea ei (cel puţin a primei părţi) poate fi realizată şi fără cunoştinţe tehnice speciale, adică numai pe baza condiţiei descrise mai sus. Caracterul mişcării poate fi imaginat pe baza următorului raţionament: prin mişcarea roţii, bolţul începe să ocupe, succesiv, o serie de poziţii determinate. Deocamdată, el nu ocupă o poziţie opusă celei iniţiale, „apăsînd" mereu pe latura dreaptă a crestăturii plăcii şi punînd-o astfel în mişcare de la stînga la dreapta. Reprezentarea de către subiect a mişcării pe baza schemei este posibilă doar în prezenţa unei strînse legături între operaţiile perceptive şi cele intelectuale. În al doilea rînd, stabilirea acestor relaţii şi dependenţe spaţiale este îngreuiată aici prin faptul că în schema „imobilă" omul trebuie să sesizeze mişcarea. În al treilea rînd, simpla reprezentare a mişcării nu este încă suficientă pentru a răspunde la a doua parte a problemei, privind viteza de mişcare a plăcii (culisei). Pentru a determina această viteză, trebuie efectuat un anumit raţionament.

Din 203 elevi care au rezolvat această problemă, numai 83 au dat răspunsuri complet corecte. Este semnificativ faptul că elevii care au dat răspunsuri corecte le-au însoţit, de regulă, de o serie de schiţe, în care placa era redată succesiv în diferite poziţii. Astfel, unul dintre elevi cînd a executat seria de schiţe a însoţit-o cu următoarea explicaţie: „Placa va efectua mişcări oscilatorii. Oscilaţiile nu vor fi uniforme: în dreapta mai lente decît în stînga, pentru că mişcarea roţii este uniformă, iar distanţa parcursă de bolţ este într-un caz mai mare, şi în celălalt, mai mică". 27 de elevi au dat răspunsuri total eronate, iar 38 de elevi nu au răspuns deloc. Analiza răspunsurilor parţial corecte (55 de cazuri) prezintă un interes deosebit, deoarece pun în evidenţă în mod pregnant dificultăţile întîmpinate de elevi. De cele mai multe ori, aceşti elevi determină parţial corect caracterul mişcării, dar răspund eronat (sau nu răspund deloc) la problema vitezei cu care se mişcă placa. Au făcut excepţie rezolvările inverse (numai 6 din 55).

Toate acestea demonstrează că dificultăţile serioase apar atunci cînd este necesară conlucrarea imaginaţiei spaţiale cu gîndirea discursivă. Chiar pentru a răspunde la prima întrebare (cu privire la caracterul mişcării) nu este suficientă numai reprezentarea mintală a ceea ce se leagă sub raport spaţial (placa atinge roata, bolţul intră în crestătura plăcii etc.), ci trebuie înţeles că, odată cu mişca-

rea roții, bolțul începe să „apese" pe latura dreaptă a crestăturii, motiv pentru care placa începe să se miște ș.a.m.d.

Lucrurile devin și mai complicate în cazul răspunsului la cea de-a doua întrebare (privind viteza mișcării), unde raționamentele se complică.

Următoarea problemă și-a propus să lămurească în ce măsură elevii vor reuși să facă față unei sarcini în care se solicită interacțiunea strînsă dintre componentele noționale și cele figurale ale activității, priceperea de a utiliza reprezentările schematice în procesul gîndirii discursive.

În acest scop, elevilor li s-a prezentat o schemă cinematică didactică destul de obișnuită pentru ei, a cărei formă concretă nu le era totuși cunoscută din experiența anterioară. Apoi, le-au fost puse următoarele întrebări:

1. Calculați viteza de rotire (în ture/minut) a axului unui strung pentru poziția dată a pinioanelor și pentru poziția respectivă a curelei.

2. Cîte viteze diferite se pot obține pe axul strungului?

Sarcina elevului se reducea la determinarea corectă a raporturilor dintre roțile dințate și roțile transmisiei prin curele. În acest scop, prima temă presupunea un calcul simplu ce trebuia realizat pe baza cunoștințelor despre raporturile de transmisie.

Particularitatea ambelor teme consta în faptul că problemele aveau date de prisos (de exemplu, numărul dinților indicat de schemă pentru fiecare roată, diametrele specificate la toate roțile transmisiei prin curele, adică prezența unui număr mult mai mare de date decît ar fi fost necesar pentru calcul).

Aproape jumătate din elevi (95 din 203) nu au rezolvat cele două teme de citire a schemei cinematice. Elevii care le-au efectuat satisfăcător (108 cazuri) au consumat pentru rezolvare aproape o oră, iar uneori și mai mult.

Posibilitatea apariției unor dificultăți destul de mari și a erorilor în citirea schemelor este cunoscută multora dintre lucrătorii în domeniul practicii, care predau în învățămîntul politehnic sau profesional. Dar, deși cunoscute, aceste aspecte rămîn neexplicate din punct de vedere psihologic.

Cauzele dificultăților respective nu pot fi explicate prin necunoașterea notațiilor convenționale. Elevii aveau posibilitatea să consulte o fișă specială, în cazul în care uitau unele semne, și să-și reîmprospăteze astfel memoria. Nu poate fi invocat drept cauză a dificultăților nici faptul că elevii ar fi uitat formulele corespunzătoare. De regulă, ei le cunoșteau și le înscriau pe paginile lucrărilor.

Prin urmare, cauza erorilor nu ține de aspectele de calcul propriu-zis.

Una dintre cauzele nepriceperii de a citi corect schema constă în dificultatea de a distinge elementele necesare din ansamblul diversității lor și de a face abstracție de fondul perturbator. În schemă se reprezintă o mulțime de pinioane ale roților transmisiei prin curele, pentru fiecare dintre ele dîndu-se numărul de dinți sau valorile diametrelor ș.a.m.d. Elevul trebuie să ia în considerație numai acele date, acele elemente ale schemei ce-i sînt necesare în rezolvarea problemei puse, făcînd abstracție de rest. În felul acesta, o problemă cu date de prisos îl obligă pe elev să facă abstracție de tot ceea ce este neesențial din punctul de vedere al rezolvării problemei, or tocmai faptul acesta produce dificultăți.

Nepriceperea de a citi corect schema derivă din stabilirea greșită a dependențelor spațiale între diferitele ei componente (roți dințate, arbori etc.). După cît se pare, stabilirea acestor dependențe nu este un act de pură contemplare, ci el este legat de înțelegerea relațiilor funcționale din schemă, de definirea relației cauză-efect.

Pe baza materialelor prezentate se poate emite ipoteza că în procesul rezolvării de probleme tehnice, cu utilizarea reprezentărilor schematice, se stabilesc interrelații complexe între componentele intelectuale, figurale și practice ale activității. Se poate presupune, de asemenea, că eficiența rezolvării unor astfel de probleme depinde de perceperea și înțelegereea (citirea) corectă a schemei, pe care se bazează priceperea de a stabili relațiile și dependențele spațiale într-un ansamblu funcțional complex.

În cercetarea noastră experimentală ne-am propus să relevăm unele legități ale interrelației dintre cunoștințele teoretice și acțiunile practice în cursul rezolvării de probleme prin aplicarea de reprezentări schematice. Această problemă nu are un aspect teoretic.

În activitatea productivă și școlară (cu deosebire în aceasta din urmă), deseori ne întîlnim cu sarcini de citire a schemei (pentru a înțelege principiul de acțiune al instalației); dar poate și mai des se urmărește un alt scop, acela de a rezolva o problemă tehnică folosind schema (de exemplu, montarea unei instalații electrotehnice, asamblarea unui mecanism etc.). Iată deci o situație în care, prin intermediul schemei, teoria se leagă de practică.

Am aplicat experimentul natural sub două forme ale sale: constatativă și instructivă. În experiment au fost folosite materiale din lucrările de electromontaj prevăzute în programele activităților practice din atelierele școlare, respectiv trusa de instalații electrice (fig. 30) și o armătură electrică naturală, aplicabilă în montarea re-

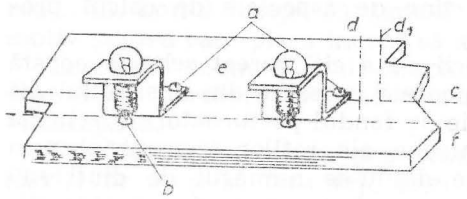


Fig. 30

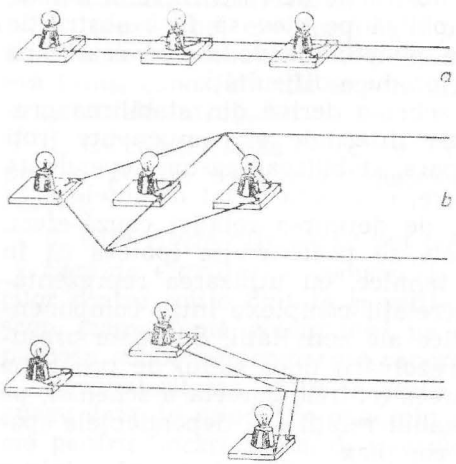


Fig. 31

ţelelor electrice (fig. 31). La experimente au participat elevi din clasele a VII-a şi a VIII-a[47] ale şcolilor nr. 121 şi 571 din Moscova. Pentru experimentele de tip constatativ au fost solicitaţi elevi din clasele a X-a ale şcolii nr. 204 din Moscova. Experimentele s-au desfăşurat cu fiecare elev în parte şi au durat între 20 şi 50 de minute (în funcţie de reuşita îndeplinirii sarcinilor de către elevi).

În elaborarea temelor experimentale ne-am condus după trei principii:

1. Cunoştinţele teoretice ale fiecărui elev erau aduse la nivelul necesar de aplicare a lor.

Scopul acestei egalizări a cunoştinţelor consta în obţinerea unor condiţii mai mult sau mai puţin egale pentru toţi subiecţii, astfel încît procesul rezolvării problemelor să nu fie influenţat de lipsa unor informaţii teoretice[48].

2. Pornind de la faptul că procesul rezolvării multor probleme tehnice este un proces de căutare activă a căilor aplicării anumitor teze teoretice la specificul practic al îndeplinirii sarcinii, adică un proces în care un rol enorm îl joacă independenţa gîndirii, toate problemele experimentale le-am construit în aşa fel încît să acordăm elevului maximum de independenţă în lucru.

3. Pentru studierea problemei pe care ne-am pus-o — problema interrelaţiilor dintre cunoştinţele teoretice şi acţiunile practice —,

[47] Experimentele cu elevi de clasa a VIII-a au fost organizate chiar la începutul anului şcolar.

[48] Spunem „mai mult sau mai puţin" pentru că, firește, nu se poate obţine o nivelare a cunoştinţelor tuturor subiecţilor. În cele din urmă rămîne o oarecare diferenţiere sub aspectul profunzimii înţelegerii materialului de către elevi.

citirea reprezentărilor schematice şi operarea cu ele au devenit modalitatea necesară şi esenţială de rezolvare a tuturor sarcinilor.

Procedura fiecărui experiment o vom expune în detaliu mai jos, împreună cu rezultatele experimentelor.

La experimentele de tip constatativ au participat 30 de elevi de clasa a VIII-a. Au fost selecţionaţi elevi cu niveluri diferite la învăţătură (foarte bun, mijlociu, slab).

După egalizarea nivelului cunoştinţelor[49], elevilor li s-au dat cîteva teme. La început, li s-a propus să exprime grafic schemele legării în derivaţie şi în serie. Apoi, li s-a pus întrebarea: „Prin ce se deosebesc aceste scheme una de alta?". Pentru a răspunde la întrebare trebuia apelat la teorie şi trebuia restabilită esenţa fiecăreia dintre modalităţile respective de legare a circuitului; în cazul legării în serie, întregul curent trece prin fiecare conductor (în experimentele noastre, această funcţie era îndeplinită de lampa electrică), în timp ce la legarea în derivaţie, prin fiecare conductor trece numai o parte a curentului, consecinţă a prezenţei ramificaţiilor (fig. 32 şi 33). Astfel, răspunsul corect implica indicarea prezenţei derivaţiilor într-o schemă şi a absenţei lor în cealaltă schemă. Dînd această temă, am urmărit să stabilim cît de corect pot concretiza elevii tezele teoretice prin redarea grafică a schemelor.

Apoi, elevilor li s-a propus să deseneze încă odată schemele legării în serie şi în derivaţie, dar în aşa fel încît ele să se deosebească de cele desenate anterior. De exemplu, dacă ei au desenat

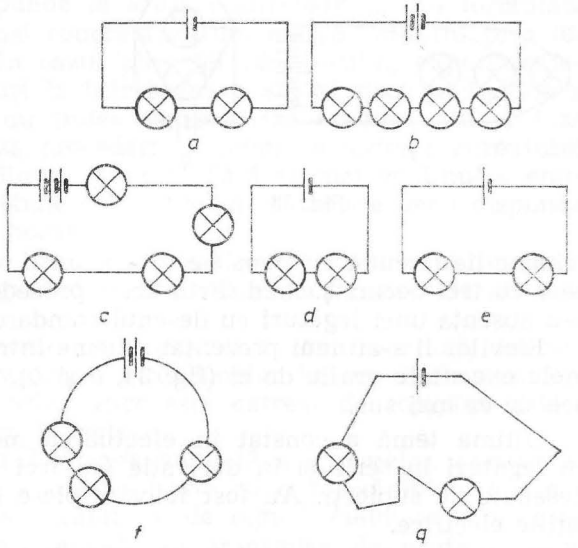


Fig. 32

[49] Procedeul egalizării cunoştinţelor a fost folosit la începutul fiecărui experiment din ciclurile constatativ şi instructiv. De aceea, nu-l vom menţiona în continuare.

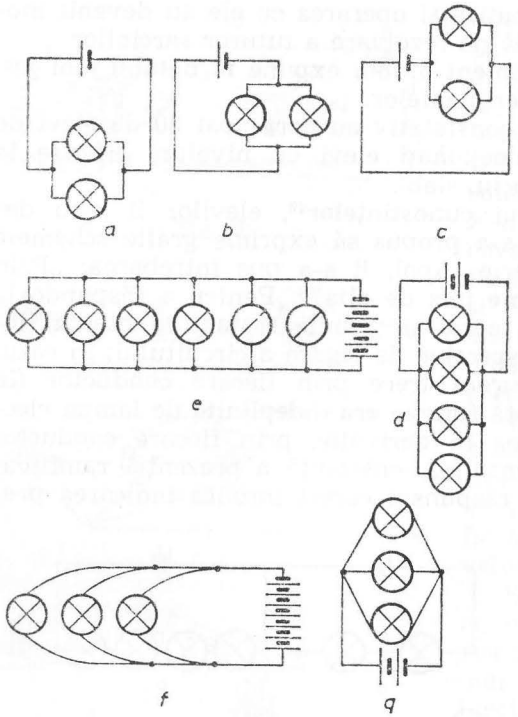


Fig. 33

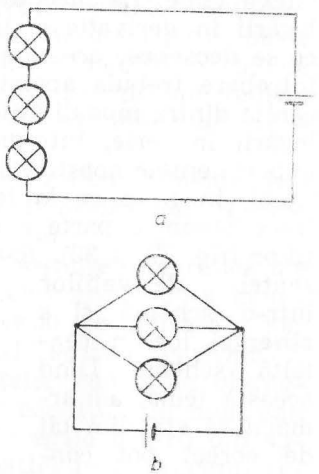


Fig. 34

scheme de circuite cu două becuri, acum li se propunea să le realizeze cu trei becuri ș.a.m.d. Prin acest procedeu se urmărea prezența sau absența unei legături cu desenul standardizat.

Elevilor li s-au mai prezentat scheme întrucîtva diferite de schemele executate grafic de ei (fig. 34, *a* și *b*). Scopul procedeului era același ca mai sus.

Ultima temă a constat în efectuarea montajului unor circuite cu legături în serie și în derivație (cu trei becuri), după schemele desenate de subiecți. Au fost folosite piese din trusa pentru instalațiile electrice.

După executarea montării, elevii trebuiau să explice de ce circuitele alese reprezintă construcții de legare în serie și în derivație. Ei puteau să recurgă la deșurubarea becurilor: dacă se sting toate becurile, legarea este în serie, iar dacă continuă să rămînă aprinse, legarea este în derivație. Folosirea acestei procedeu, larg răspîndit

și pur practic, nu demonstrează încă utilizarea conștientă a cunoștințelor teoretice. De aceea, pentru a-i împiedica pe elevi să îl aplice, circuitul era decuplat de sursa de alimentare, și în condițiile astfel create subiecții erau obligați să monteze circuitul și să răspundă la întrebările puse de noi. Această temă avea ca scop să releve particularitățile utilizării cunoștințelor teoretice, ale reprezentării schemei și situației pur practice.

Să urmărim acum logica succesivă a temelor noastre: de la operarea cu cunoștințe teoretice, prin citirea și operarea cu scheme, la rezolvarea problemelor concrete practice, unde cunoștințele teoretice sînt necesare, alături de deprinderea de a citi și opera cu schemele, avînd în vedere particularitățile situației practice.

În îndeplinirea fiecăreia din sarcinile experimentale, cînd se simțea nevoia (atunci cînd interveneau situațiile de impas) ne foloseam de o scală de întrebări, ierarhizate, cu scopul de a sugera repere noi și a dirija efortul elevilor spre o cale corectă de rezolvare. De exemplu, dacă elevului îi era greu să deseneze schema legării în derivație, el primea o primă întrebare cu caracter general: „Ce trebuie să-ți amintești pentru a desena schema corect?". Dacă subiectul nu putea răspunde la această întrebare, îi era formulată următoarea întrebare mai concretă: „Cum merge curentul prin legătura în derivație?". În cazul absenței răspunsului, experimentatorul răspundea el însuși la întrebarea pusă. Și dacă nici după a doua întrebare elevul nu putea să deseneze schema, atunci i se spunea: „Cum trebuie să procedezi ca numai o parte a curentului să treacă prin fiecare dintre becuri?" Fără să mai continuăm enumerarea întrebărilor, trebuie să subliniem că fiecare temă dispunea de o scală amănunțit elaborată.

Activitatea verbală a subiecților în timpul experimentului, precum și activitatea lor grafică și practică erau înregistrate cît mai precis cu putință.

Rezultatele experimentelor constatative demonstrează, înainte de toate, că procesul rezolvării problemelor în condițiile utilizării reprezentărilor tehnice schematice este extrem de complex și depinde de o serie întreagă de factori.

Temele de redare grafică independentă a schemelor, precum și temele de recunoaștere a unor scheme cu o formă întrucîtva neobișnuită pentru elevi au arătat că, de regulă, elevii se orientează după schemele date în manual sau transmise de profesor (vezi fig. 32, *a* și 33, *a*). 23 de elevi din 30 s-au orientat după asemenea scheme. Cîțiva dintre ei au refuzat pur și simplu să deseneze schemele noi și nu au încercat să le recunoască pe cele modificate ca formă, justificîndu-se astfel: „Din acestea nu ni s-au arătat". Ana-

liza datelor demonstrează că, pentru a recunoaşte schemele modificate şi pentru a desena diversele lor variante, devine necesară diferenţierea clară a caracteristicilor esenţiale şi neesenţiale ale schemelor. În cazul dat, pentru schemele legării în serie, este esenţial ca receptorii de curent să fie dispuşi grafic în aşa fel încît să se afle toţi pe aceeaşi linie — dreaptă, curbă sau frîntă. Lucrul acesta exprimă, dealtfel, teza cunoscută potrivit căreia în cazul legării în serie întregul curent trece succesiv prin fiecare receptor. Neesenţial, aici, este numărul receptorilor de curent, dispunerea lor în partea superioară, laterală sau inferioară a schemei, lungimea liniilor care leagă receptorii, forma acestor linii (drepte, curbe sau frînte). De aceea, toate schemele arătate (unele dintre ele pot apărea întrucîtva artificiale), reprezentate în figura 32, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, vor fi scheme cu legare în serie.

În schemele cu legare în derivaţie, esenţială este aşezarea grafică a receptorilor de curent, astfel ca ei să nu se afle niciodată toţi pe aceeaşi linie dreaptă, curbă sau frîntă, ci fiecare să fie dispus pe o linie separată, deşi toate liniile separate intră în structura grafică a ansamblului. Lucrurile se prezintă aşa pentru că fiecare linie separată este ca un fel de ramificaţie ce porneşte de la acelaşi trunchi comun pentru toate ramurile. Aici, neesenţiale sînt celelalte caracteristici. De aceea, toate schemele arătate în figura 33, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, independent de deosebirile în forma lor exterioară, vor fi scheme cu legare în derivaţie.

În rezolvarea problemelor propuse de noi, la baza îngrădirii exercitate de desenul tehnic standard se situează, prin urmare, nepriceperea de a face abstracţie de caracteristicile neesenţiale ale schemelor.

Un alt grup de factori a fost relevat cu prilejul montării circuitelor electrice. Astfel, numeroşi elevi, montînd circuitul cu legare în derivaţie, nu au putut trece la montarea circuitului cu legare în serie. Această influenţă a modalităţii precedente de acţiune asupra rezolvării unei sarcini constructive noi a apărut la 14 din 30 de subiecţi.

Particularităţile acestor date faptice devin evidente prin analiza unuia din cele mai tipice protocoale de experiment. Se execută tema de montare independentă a circuitului cu legare în serie, după ce fusese realizat montajul legării în derivaţie. Dacă luăm în consideraţie faptul că, pe partea opusă a planşetei electroconstructorului, circuitul trebuia să aibă, în cazul legării în serie, forma arătată în figura 35, *b*, iar în cazul legării în derivaţie, forma arătată în figura

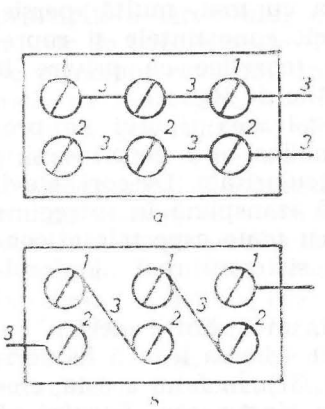


Fig. 35

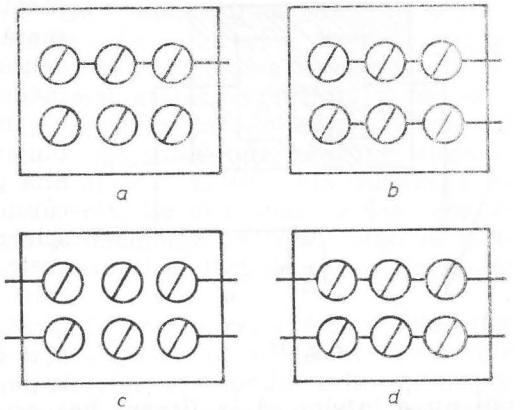


Fig. 36

35, *a*, atunci apar ca interesante variantele proiectate de unul din subiecţii noştri (fig. 36, *a*, *b*, *c*, *d*). Prima soluţie prezentată (vezi fig. 36, *a*) se deosebeşte de cele care urmează prin aceea că subiectul încearcă totuşi să găsească o cale întrucîtva nouă de construire. Dar chiar şi această cale poartă în sine urmele montării circuitului cu legare în derivaţie (a se compara fig. 36, *a* cu fig. 36, *b*, *c*, *d*). Prin urmare, în condiţiile unei probleme noi, în ciuda aplicării scalei de întrebări vizînd actualizarea cunoştinţelor şi reprezentărilor teoretice necesare, elevul persevereză în a acţiona după un model vechi.

Situaţii similare au fost observate şi la elevi din clasele a X-a[50], familiarizaţi cu bazele electrotehnicii (printr-un curs special). De regulă, fără dificultăţi deosebite, ei montau circuitele cu legare în serie şi în derivaţie în modul care le era lor cunoscut (vezi fig. 31, *a*), dar ca răspuns la propunerea de a monta circuitul şi în alt fel (vezi fig. 31, *b*, *c*), aproape jumătate din elevi nu au reuşit să realizeze acest lucru. Dacă elevilor de clasa a X-a li se arătau modele de circuite gata montate în formă modificată, ei descifrau corect procedeul de legare (în unele cazuri, însă, cu ajutorul experimentatorului).

Deoarece problema pusă avea elemente cu caracter constructiv, aici au apărut erori de şablon (set). Procedeul anterior de lucru se

[50] La experimente au participat 17 elevi de clasa a X-a de la Şcoala nr. 204 din Moscova. Sarcina consta în obligaţia de a monta circuite cu legări în serie şi în derivaţie cu trei becuri, în cît mai multe variante.

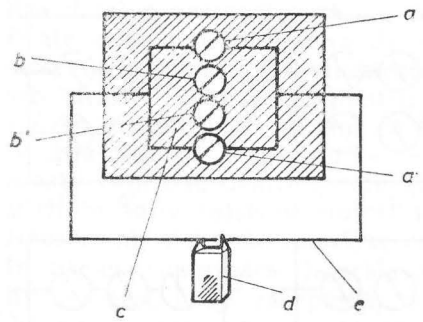


Fig. 37

manifesta cu mai multă persistenţă decît cunoştinţele şi reprezentările teoretice cu privire la modalităţile de legare.

În rezolvarea tipului de problemă analizat s-a desprins şi o altă particularitate. Deseori, elevii căutau să transpună în întregime schema, cu toate aspectele ei concrete, în sistemul real al circuitului.

Astfel, unul dintre elevi a copiat exact schema legării în derivaţie (fig. 37). În felul acesta, elevul nu a înţeles că la fiecare bec este un singur conductor şi că prin urmare becurile nu se vor aprinde. În schimb, el s-a străduit să copieze cu deosebită precizie schema, realizînd acest lucru perfect (a se compara figura 37, *c*, cu figura 33, *a*). Rezolvarea fără sens din punct de vedere practic nu i-a produs subiectului nici un fel de îndoieli.

Acest tip de eroare s-a manifestat la 14 subiecţi din 30.

Există două cauze interdependente ale acestor erori. Pe de o parte, o cauză constă în faptul că, în momentul îndeplinirii acţiunilor practice, elevul nu-şi actualizează cunoştinţele teoretice corespunzătoare (de ce să-ţi reaminteşti teoria, cînd există schema!), care ar putea determina cursul gîndirii. Sistemul cunoştinţelor nu intră în interacţiune cu procesele perceptive. Pe de altă parte, sistemul de cunoştinţe şi deprinderi (la desen, desen tehnic, geometrie), consolidîndu-se în decursul anilor de instruire, împiedică citirea corectă a reprezentărilor schematice şi operarea adecvată cu ele.

Datele faptice analizate constituie unul dintre cazurile cele mai evidente de influenţă negativă a experienţei trecute, cînd elevii sînt legaţi de un sistem de cunoştinţe, de reprezentări ale unor elemente ce ţin de alt sistem, asemănător cu precedentul doar ca aspect exterior. De fapt, la lecţiile de desen, elevul se convinge că desenul, deşi este într-o anumită măsură convenţional, figurează totuşi obiectul concret; la lecţiile de geometrie, operînd cu desene ce reprezintă triunghiul, pătratul şi alte figuri, elevul vede că formele lor geometrice reflectă forme ale obiectelor din lumea reală; mai mult, atunci cînd elevul are de-a face cu proiecţiile obiectelor, el se convinge încă o dată că ele sînt proiecţii ale obiectelor concrete, a căror formă nu este atît de greu de reprezentat prin intermediul activităţii imaginaţiei spaţiale. Cu totul altceva este schema de

principiu a circuitului electric. De pildă, într-un montaj, acelaşi număr de becuri poate fi dispus în diferite locuri şi direcţii, schema de principiu rămînînd în toate aceste cazuri una şi aceeaşi. Schemele de acest gen, aşa cum am mai arătat, reprezintă o formă a intuiţiei generalizate, un sistem specific de simboluri. Elevul nu ştie acest lucru, pentru că el nu a fost supus unei pregătiri speciale în vederea citirii schemelor (or, o atare pregătire, din punctul nostru de vedere, este absolut necesară). De aici apar de fapt erorile analizate în procesul rezolvării problemelor, în care, luînd în consideraţie şi aplicînd cunoştinţele teoretice, trebuie să se treacă de la schemă la acţiuni practice.

În sfîrşit, există încă o particularitate a rezolvării problemelor propuse de noi, legată de faptul că elevii nu au reuşit să sesizeze caracteristicile constructive ale pieselor, ale conductorilor şi dispozitivelor. În această privinţă foarte elocventă este următoarea eroare. Elevilor li s-a prezentat un circuit legat în derivaţie şi montat pe o placă, din piesele gata confecţionate ale trusei pentru construcţii electrice. Dificultatea stabilirii modului de legare provenea din faptul că elevii nu reuşeau să vadă ramificaţiile (vezi fig. 37) care serveau la înşurubarea becului *(b)* şi totodată ca suport al lui *(a)*, deoarece în reprezentare aceste ramificaţii puteau fi numai conductori *(d, d_1)*. Asemenea erori s-au înregistrat la 18 subiecţi din 30. Chiar după ce a fost reamintit faptul că dulia ca şi conductorul de legătură constituie conductori şi după ce elevilor li s-au arătat ramificaţiile cu ajutorul conductorilor, mulţi subiecţi nu au reuşit să compare aceste date şi să ajungă la concluzia că nu poate fi vorba de o diferenţă esenţială între ele, întrucît şi într-un caz, şi în celălalt, există ramificaţii.

Toate particularităţile rezolvării problemelor tehnice prin utilizarea de reprezentări schematice şi chiar dificultăţile şi erorile întîlnite în cursul îndeplinirii temelor experimentale au, după cît se pare, o natură psihologică comună. Ele sînt manifestări ale predominării exagerate la elevi a activităţii de gîndire reproductivă. Această particularitate este la rîndul său o consecinţă directă a imperfecţiunii metodelor şi procedeelor de instruire (îndeosebi, a instruirii prin muncă), cînd activitatea elevilor este în principal o activitate de execuţie.

Trebuie să subliniem că adesea problemele tehnice sînt considerate pur şi simplu ca sarcini practice, fiecare pas al rezolvării lor fiind dirijat. În capitolul precedent arătam că o asemenea situaţie nu conduce la formarea unor atitudini generalizat-algoritmice faţă de lucru şi nu contribuie la elaborarea metodelor de rezolvare a problemelor.

De aceea, experimentele cu caracter instructiv-formativ le-am conceput în sensul activizării maxime a gîndirii elevilor.

În concordanţă cu această poziţie, întreaga instruire am conceput-o pe baza rezolvării de către elevi a unui sistem de probleme speciale. Instruirea s-a desfăşurat în trei etape. În prima dintre ele, elevii îşi însuşeau procedeele de recunoaştere a schemelor şi a circuitelor montate, în cea de-a doua, procedeele de redare grafică independentă a schemelor şi de montare în mod independent a circuitelor, iar în etapa a treia, ei îşi însuşeau procedee de aplicare a cunoştinţelor. În toate etapele instruirii am urmărit foarte atent ca procesul de rezolvare a problemelor să se realizeze ca un proces de interdependenţă între acţiunile teoretice, perceptive şi practice.

La experimente au participat 6 elevi de clasa a VII-a, îndată după încheierea studiului capitolelor corespunzătoare din manualul de fizică. Au fost selectaţi elevi mijlocii şi slabi la învăţătură, selecţia subiecţilor fiind deliberată, pentru că tocmai instruirea unor astfel de elevi putea pune mai bine în evidenţă eficienţa metodei propuse. Experimentele s-au desfăşurat cu fiecare elev în parte.

Au fost elaborate trei serii experimentale de probleme. În seriile I şi a II-a, circuitele au fost montate prin aplicarea unor dulii şi conductori pe plăci. Apoi, circuitul era conectat, prin siguranţe, la reţeaua de iluminat. În seria a III-a, subiecţii au folosit piesele trusei pentru construcţiile electrice (la fel ca în experimentul cu caracter constatativ). Circuitul montat era conectat la reţeaua de iluminat, printr-un transformator coborîtor, cu tensiunea de ieşire de 4—5,5 V. Toate experimentele de tip instructiv au fost concepute astfel încît efectuarea fiecărei sarcini era prezentată ca o problemă de gîndire pe care elevul însuşi trebuia s-o rezolve, sub conducerea profesorului.

Spre deosebire de seriile I şi a II-a, seria a III-a a căpătat caracterul de control, aspect pe care îl vom discuta mai tîrziu.

Seria I de experimente cuprindea teme care îi serveau experimentatorului pentru orientare şi probleme de recunoaştere atît a unor scheme gata făcute, cît şi a unor circuite gata montate.

Tema 1. Elevilor li s-a propus să deseneze singuri scheme de circuite cu legarea rezistenţelor în serie şi în derivaţie. Experimentatorul a folosit această temă în scop de orientare. Aşa cum ne şi aşteptam, schemele desenate de elevi erau nişte copii exacte ale schemelor oferite de manual sau de către profesor.

Tema 2. Şi această temă a avut un caracter orientativ, pentru că doream să aflăm dacă înclinaţia către schema standard era doar o

consecinţă a obişnuinţei de a repeta acţiunile profesorului, sau dacă, dincolo de modul acesta de lucru, se ascundeau cauze mult mai serioase, respectiv înţelegerea superficială a teoriei şi nepriceperea de a aplica cunoştinţele teoretice în procesul redării grafice a schemelor.

Elevilor li s-a propus să deseneze schema cu legări în serie şi în derivaţie, cu trei becuri (spre deosebire de schemele desenate de ei, cu două becuri). Schema mai simplă de legare în serie au realizat-o toţi subiecţii, în timp ce doar trei dintre ei au reuşit să deseneze schema legării în derivaţie.

Tema 3. Prin această temă s-au urmărit scopuri pur didactice. Elevilor le-au fost date spre recunoaştere variante de scheme cu legări în serie (vezi fig. 32) şi în derivaţie (vezi fig. 33). Scopul consta în distingerea caracteristicilor esenţiale şi neesenţiale ale schemelor (a se vedea textul de mai înainte).

Apoi subiecţilor le-au fost descifrate regulile generale de identificare a schemelor. Astfel, ei şi-au însuşit următorul procedeu: „Pentru a recunoaşte care sînt tipurile de legare a circuitelor, trebuie să-ţi reaminteşti în ce constă esenţa fiecăruia dintre ele. Folosind schema, trebuie să cauţi dacă conţine ramificaţii, pentru că, sub aspect grafic, acestea pot fi redate în mod diferit. În primul moment, nu este nevoie să se acorde atenţie modului de aşezare a receptorilor de curent (sus, jos, lateral) şi nici caracterului liniilor (drepte, curbe, frînte). Dacă schema conţine ramificaţii, legarea este în derivaţie, iar dacă nu, legarea este în serie".

Tema 4. Elevii trebuiau să identifice modalităţile de legare a rezistenţelor, între diferitele variante de circuite montate (vezi fig. 31). Şi în acest caz scopul consta în distingerea caracteristicilor esenţiale şi neesenţiale ale construcţiilor montate, precum şi în învăţarea unor procedee de identificare a modalităţilor de legare.

Prima variantă a circuitului cu legare în derivaţie (vezi fig. 31, *a*) a fost identificată corect de 3 dintre subiecţii noştri. Ceilalţi au „recunoscut" în acest circuit legarea în serie, deoarece „beculeţele erau dispuse unul după altul".

Acestor elevi li s-a explicat detaliat rolul ramificaţiilor în legarea în derivaţie şi al căii de propagare a curentului (o parte din curent circulă pe o ramură, o parte, pe cealaltă ş.a.m.d.).

Variantele a doua şi a treia de circuit montat cu legare în derivaţie (vezi fig. 31, *b. c.*) au fost identificate corect de 4 subiecţi, 2 neputînd să dea nici un răspuns.

Apoi elevii au fost conduşi către următoarea generalizare: oricare ar fi deosebirea dintre particularităţile de construcţie ale cir-

cuitelor montate, modalitatea de legare poate fi aceeași, adică pot exista aceleași variante de legare a rezistențelor într-un circuit.

Au fost propuse spre identificare și circuite cu legare în serie. Toți cei 6 subiecți au identificat corect modalitatea de legare (unii, ce-i drept, cu oarecare oscilații).

În final, elevii și-au însușit procedeele de identificare a circuitelor în construcții montate.

În seria a II-a de experimente, elevii au primit teme ce urmăreau redarea grafică independentă a schemelor și montarea independentă a circuitelor rezistențelor electrice.

Tema 1. Elevilor li s-a propus să deseneze singuri scheme de legare în serie și în derivație cu elemente date (4 becuri).

Toți au desenat corect schemele, iar 4 dintre cei 6 au reușit să realizeze diferite variante de scheme. Or, tocmai aceasta și este confirmarea eficienței instruirii desfășurate cu elevii în scopul rezolvării problemelor experimentale din seria I.

Tema 2. Subiecților li s-au oferit spre recunoaștere scheme desenate într-un mod mai neobișnuit. Schema de legare în serie, cu două becuri, amintea de o schemă cu legare în derivație, conținută în manual (fig. 38, *a*). În același timp, schema cu legare în derivație a fost mult alungită (fig. 38, *b*).

Prezentînd o schemă nestandardizată, în bună măsură am îngreuiat recunoașterea ei, întrucît, așa cum au arătat experimentele de tip constructiv, numeroși elevi au recunoscut că schema mai puțin alungită este o schemă de legare în serie, conducîndu-se după caracteristici exterioare, neesențiale (care apăreau uneori pe prim plan). Totuși, elevii au reușit să evite de astă dată „cursa" anume întinsă, dînd răspunsul corect imediat sau după o oarecare activitate de analiză și abstractizare. Această îmbunătățire a rezultatelor trebuie pusă pe seama muncii desfășurate cu elevii pentru formarea unor procedee de identificare a schemelor și pe seama exercițiilor de distingere a caracteristicilor esențiale de cele neesențiale.

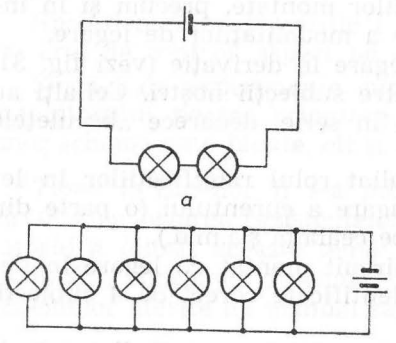


Fig. 38

Tema 3. Pornind de la faptul că cele mai multe erori și dificul-

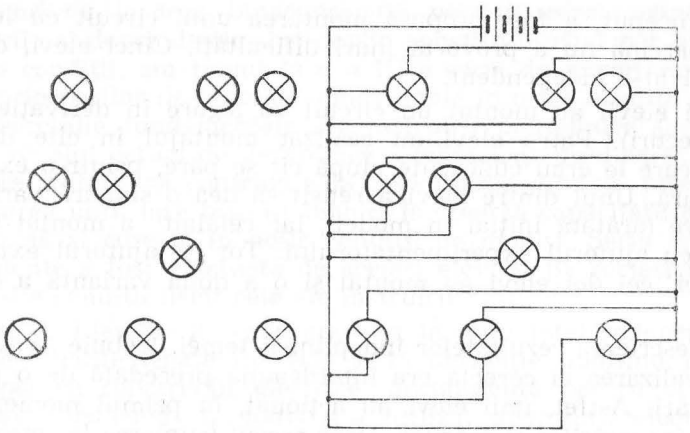


Fig. 39

tăți le-au apărut elevilor în cazul citirii și desenării schemelor de legare în derivație, am decis să dăm o temă în cursul căreia să fie înlăturate definitiv toate erorile și să se formeze o orientare corectă față de rezolvarea problemelor de acest gen.

În acest scop, elevii au fost puși de experimentator în condiții deosebite și complexe. Li s-a dat o foaie de hîrtie pe care erau înscrise în dezordine nouă semne, indicînd becuri. Li s-a cerut să realizeze o schemă cu legare în derivație (fig. 39).

Pentru a constitui o astfel de schemă sînt necesare: conștientizarea deplină a principiului legării în derivație a consumatorilor de curent, generalizarea experienței bazate pe studierea diferitelor genuri de scheme, exersarea în utilizarea unor procedee de recunoaștere a schemelor.

Tema a apărut ca fiind realmente dificilă pentru elevi. Numai unul a putut să o efectueze în mod independent. Ceilalți elevi au îndeplinit-o cu un sprijin mai mare sau mai mic din partea experimentatorului. Este însă interesant de remarcat că, după efectuarea acestei teme, elevii au putut identifica și desena cu ușurință, în mod independent, orice variante de scheme, considerînd reprezentarea grafică o întruchipare a anumitor principii teoretice.

Tema 4. Această temă solicita montarea în mod independent a unor circuite cu cinci becuri, într-un număr cît mai mare posibil de variante.

La început, a fost propusă montarea unui circuit cu legare în serie, Sarcina nu a provocat mari dificultăți. Cinci elevi, din șase, au rezolvat-o independent.

Apoi elevii au montat un circuit cu legare în derivație (tot cu cinci becuri). Patru elevi au realizat montajul în cîte două variante, care le erau cunoscute, după cît se pare, printr-o experiență anterioară. Unul dintre elevi a reușit să dea o singură variantă de rezolvare (arătată inițial în model), iar celălalt a montat circuitul numai cu ajutorul experimentatorului. Tot cu ajutorul experimentatorului, cei doi elevi au montat și o a doua variantă a circuitului.

În descrierea rezultatelor îndeplinirii temei, trebuie să subliniem că și realizarea ei corectă era întotdeauna precedată de o perioadă de căutări. Astfel, unii elevi au acționat, în primul moment, după metoda încercărilor și erorilor. Doar eșecul (cuplarea la rețea a schemei montate, însoțită de neaprinderea becurilor sau de arderea siguranței) i-a determinat să se întoarcă la teorie, la reprezentarea schemei sau chiar la desenarea ei. Toate acestea nu sînt întîmplătoare, pentru că problemele de montaj al circuitelor sînt, într-o anumită măsură, probleme constructiv-tehnice și, în orice caz, în conținutul lor intră elemente cu caracter constructiv. Prin urmare, în aceste condiții în reușita rezolvării o influență destul de mare o exercită, așa cum am văzut în capitolul anterior, nu numai actualizarea cunoștințelor și deprinderilor necesare, ci și caracteristicile situației practice.

Totuși, atît activitatea independentă desfășurată de către elevi, cît și procedeele de identificare și de montare a schemelor, formate sub conducerea profesorului, au dus la rezultate pozitive. Dovada acestui fapt o atestă nu numai reușita generală înregistrată în rezolvarea problemelor, dar și verificarea cunoștințelor teoretice pe care am întreprins-o. S-a constatat că stăpînirea cunoștințelor teoretice s-a transformat substanțial sub influența procedeelor însușite de identificare și montare a schemelor. Această transformare se reflectă, înainte de toate, în planul profunzimii înțelegerii teoretice, în caracterul activității de generalizare și concretizare desfășurată de elevi. Elevii au concretizat în mod detaliat tezele teoretice, această concretizare realizîndu-se la un înalt nivel de gîndire independentă.

În felul acesta au apărut la elevi legăturile necesare între cunoștințele teoretice, priceperea de a citi și desena independent scheme de diferite genuri, pe de o parte, și logica acțiunilor practice de montaj al circuitelor electrice, pe de altă parte.

Plecînd de la teza binecunoscută potrivit căreia cunoștințele, priceperile și deprinderile sînt deplin constituite cînd pot fi aplicate în orice condiții, am trecut la o a III-a serie de experimente. Formarea priceperilor de a aplica cunoștințele în orice condiții este una dintre sarcinile fundamentale ale instruirii politehnice și profesionale la nivelul actual de dezvoltare a tehnicii și producției. Această pricepere trebuie să contribuie la dezvoltarea gîndirii prin muncă, la formarea unui larg orizont tehnic, la crearea capacității de orientare rapidă și corectă în noile condiții de muncă. Seria a III-a de experimente a fost efectuată de aceiași elevi și pe același material, dar în alte condiții decît cele ale instruirii.

Tema 1. Elevilor li s-a propus ca în mod total independent să monteze circuite legate în serie și în derivație, folosind piese ale trusei pentru construcții electrice, necunoscute pentru ei (în experimentul instructiv-formativ s-a utilizat aparatură electrică naturală).

Pe baza experimentelor de tip constatativ, se putea deduce că tema dată era într-o anumită măsură nouă pentru elevii noștri, deoarece pe parcursul efectuării acesteia ei s-au întîlnit în permanență cu caracteristici constructive ale pieselor, necunoscute lor din experiența anterioară.

Supoziția noastră s-a dovedit justificată. Realmente, dificultățile s-au redus, de fapt, la căutarea căii corecte de construire a circuitelor.

S-a desfășurat o activitate care nu consta în încercări și erori puțin conștientizate, ci în căutări orientate deliberat spre găsirea căii de rezolvare (este adevărat, cu un oarecare sprijin din partea experimentatorului). Cu excepția unuia dintre elevi, toți ceilalți (uneori cu ajutorul unor întrebări de sugerare cu totul „îndepărtate") s-au achitat în cele din urmă de sarcină.

Tema 2. Tema era absolut nouă și prevedea montarea unui circuit mixt. Elevii știau numai din manualele de fizică despre existența acestui gen de legătură în electrotehnică. Totuși, lor nu li s-a dat nici măcar schema de principiu a unei astfel de legături.

Elevii trebuiau să deseneze schema legării mixte cu elemente date și să monteze circuitul: două becuri legate între ele în serie și în derivație față de un al treilea bec.

Tema a fost efectuată corect de patru elevi din șase. Dacă se ia în considerație noutatea ei absolută, trebuie recunoscut că aici avem un indicator satisfăcător. La aceasta mai trebuie să adăugăm că elevii au rezolvat destul de repede problema, deoarece chiar

la îndeplinirea primei temei ei s-au familiarizat cu caracteristicile constructive ale trusei pentru construcţiile electrice.

În concluzie, menţionăm că drumul urmat de subiecţii noştri este, după cît se pare, singurul adecvat în acest caz, în care omul, avînd o oarecare experienţă de utilizare în practică a anumitor cunoştinţe, în virtutea unor împrejurări, este nevoit să le aplice în condiţii noi, necunoscute lui din experienţa trecută. În acest caz, procesul aplicării cunoştinţelor trebuie să meargă pe linia luării în consideraţie a caracteristicilor situaţiei practice şi a descoperirii, în concordanţă cu ele, a unei căi raţionale de rezolvare a problemelor tehnice.

4. PARTICULARITĂŢILE PROCESULUI DE CITIRE A SCHEMELOR TEHNICE

Pe baza celor arătate în paragraful precedent, sîntem, ca atare, îndreptăţiţi să considerăm că reuşita rezolvării problemelor tehnice depinde de specificul citirii imaginilor schematice. Aici poate apărea însă întrebarea: „Oare specificul citirii schemelor este condiţionat numai de conţinutul concret al problemei tehnice, sau acesta depinde şi de unele particularităţi mai generale ale perceperii schemelor, considerate ca forme caracteristice ale intuiţiei?"

Dacă o asemenea ipoteză este justificată, atunci intervine următoarea întrebare: „Care dintre particularităţile schemei determină un anumit specific al perceperii ei?". Cu alte cuvinte, ar fi de dorit să urmărim procesul citirii într-o formă mai mult sau mai puţin pură, neimplicată în dependenţele ce apar cînd citirea schemei este inclusă în contextul rezolvării unei probleme tehnice complexe, constituind doar unul din mijloacele de rezolvare.

Pentru clarificarea acestor întrebări, au fost efectuate experimente naturale şi de laborator cu elevi din clasele a IX-a şi a X-a, precum şi dintr-o serie de şcoli tehnice profesionale. Experimentele respective au fost realizate de E. G. Serebreanîi şi D. I. Kupov, după concepţia şi sub conducerea noastră.

În experimentul natural privind specificul citirii schemei (al perceperii şi înţelegerii ei), am urmărit rezultatul reproducerii acesteia. Dar, aşa cum se ştie dealtfel din cercetările psihologice, structura imaginii se poate schimba prin trecerea de la percepere la reprezentare[51]: unele însuşiri par să se accentueze, să se întărească în

[51] În reproducerea unei scheme, individul trebuie să se conducă după reprezentarea acesteia.

conştiinţa individului, altele par a se estompa, a se comprima, a se reduce. Studiind legile formării deprinderilor şi cunoştinţelor grafice, B. F. Lomov (1959) arată că reconstruirea originalului are loc adesea pe calea exprimării lui sub o formă schematizată. Noi am considerat însă că procedeul metodic pe care l-am adoptat este adecvat scopului, pentru că evidenţiază cele mai generale legităţi ale procesului citirii. Aici ar mai trebui adăugat că o schemă se realizează greu (tocmai pentru că este o schemă). Ea încorporează o anumită înlănţuire de relaţii de tip cauză-efect, astfel că distrugerea uneia din verigile lanţului duce adesea la deteriorarea întregului sistem, lipsind schema de sensul ei logic.

În cadrul experimentului natural, specificul citirii schemei l-am studiat şi pe baza rezultatelor operării cu ea.

Pentru relevarea particularităţilor de operare cu schema, subiecţii au primit întrebări ce au fost selectate în mod special. Ele vizau evidenţierea modalităţilor de lucru cu schema în procesul citirii, urmărind în principal activizarea interpretării schemei. În experimentul de laborator, pentru punerea în evidenţă a particularităţilor citirii s-a recurs la urmărirea traseului mişcării oculare, fiind aplicată metoda înregistrării pe film (V. P. Zincenko, 1966; V. N. Puşkin, 1965; G. Goldhwait 1933; G. S. Higgins şi K. J. Stultz, 1953; J. L. Milton, 1952 ş.a.). Subliniem că, pe lîngă scopul investigaţiei întreprinse, ne-am propus şi un scop metodologic, acela de a verifica posibilitatea aplicării metodicii respective în determinarea specificului citirii imaginilor tehnice schematice.

Materialul experimental a constat din scheme electronice şi radiotehnice.

Această alegere a fost determinată de anumite considerente. Mai sus arătam că, printre mijloacele intuitiv-tehnice, schema reprezintă tipul cel mai complex şi generalizat. Totuşi, analiza teoretică şi compararea datelor experimentale privind citirea diferitelor feluri de scheme arată că pînă şi imaginile schematice sînt diferite. Să comparăm schemele cinematice cu cele electroradiotehnice. Cele dintîi poartă pecetea intuitivităţii într-un grad mai înalt. Aici, deşi într-o formă îndepărtată, multe simboluri pot aminti piesele reale. Dacă într-o schemă cinematică semnul substituie obiectul real, în schimb, în schemele electrordiotehnice el nu substituie un obiect real, ci mai degrabă noţiunea referitoare la obiect. În acest sens schema electroradiotehnică este un sistem special codificat, de noţiuni şi de relaţii între noţiuni, exprimate sub o formă intuitivă.

Alegînd pentru cercetare agest gen de imagini schematice, ne-am oprit aşadar asupra unui tip superior de scheme. În cursul citirii schemelor electrotehnice şi radiotehnice putea să se manifeste mai

pregnant specificul relației și interacțiunii dintre noțiune și imagine, dintre cunoștințe și reprezentări, ceea ce de fapt constituie una dintre problemele importante ale cercetării noastre.

La experimente au participat în total 90 de elevi din clasele a IX-a și a X-a ale școlii nr. 1 din orașul Obninsk, familiarizați (deși nu în egală măsură) cu scheme electrotehnice. De aceea, subiecții au fost supuși unei acțiuni prealabile de egalizare atît în privința cunoștințelor lor, cît și în privința rezultatelor la învățătură. Elevii trebuiau să citească și apoi să reproducă scheme electrotehnice simplificate ale unor amplificatoare cu lămpi (fig. 40). Pe scheme, dispunerea și forma circuitelor varia. Au fost folosite, de asemenea, „scheme artificiale". Deoarece utilizarea acestora reclamă o fundamentare specială, vom stărui mai în amănunt asupra lor.

În procesul complex al citirii schemelor, pe lîngă perceperea și memorarea lor, o foarte mare însemnătate o au procesele de interpretare. Acest rol de interpretare a schemei, în cursul citirii ei, este de presupus că influențează procesul reproducerii. De aceea am considerat oportună utilizarea unor imagini schematice care, nereflectînd nici un fel de instalații reale prin structura lor grafică erau analoage unor scheme autentice de amplificatori (fig. 41). Oferind subiectului aceste scheme și comparînd rezultatul citirii lor cu cel obținut prin citirea de scheme reale, aveam posibilitatea să evaluăm cu mai mult temei rolul componentei noționale în activitatea subiecților. Acest procedeu metodic ajutător ne permitea totodată să stabilim într-o oarecare măsură ce anume este dificil pentru subiect în citirea schemelor și ce poate realiza subiectul cu un efort minim (de pildă, pe seama memorării mecanice).

Elevii trebuiau să citească schema reală și schema artificială (durata expunerii stabilindu-se pe cale experimentală și fiind suficientă pentru perceperea și înțelegerea schemei chiar în cazul ele-

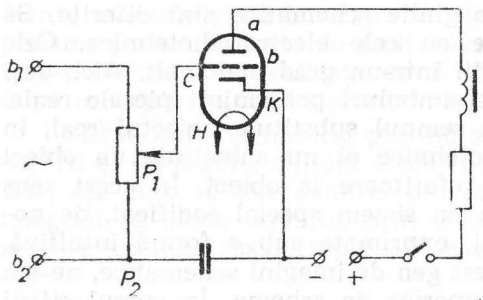


Fig. 40

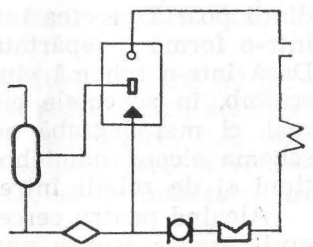


Fig. 41

vilor slabi), să le memoreze și să le reproducă prin desen. Experimentatorul consemna în protocol toate particularitățile esențiale ale activității subiectului: succesiunea acțiunilor, dificultățile. Consemnarea acestora din urmă era facilitată de aplicarea „metodei secțiunilor"[52]. Se înregistrau totodată reacțiile motorii, relatările verbale și durata activității subiecților.

Pentru studierea procesului de citire și de operare cu schema, s-au utilizat scheme identice în conținut, dar diferite ca structură grafică, reprezentînd un generator de curent continuu cu excitație și încercare independentă a trei lămpi, legate în derivație. Schemele se deosebeau prin dispunerea circuitului de bobinare a statorului în raport cu circuitul de bobinare a rotorului, de aici rezultînd numărul diferit de încrucișări reciproce ale circuitului (fig. 42, *a* și *b*).

La începutul experimentului, fiecare elev răspundea la întrebarea: Despre ce fel de schemă este vorba, ce instalație este reprezentată în ea?" Apoi, elevilor li se cerea să indice și să explice semnificația diferitelor simboluri reprezentate în schemă, să citească cu glas tare schema, explicînd modul ei de funcționare. O atenție deosebită era acordată marcării în schemă a căilor de trecere a curentului.

În încheierea experimentului, elevii răspundeau la o serie de întrebări puse de experimentator:

1. Este legat vreun dispozitiv de măsurare în serie cu înfășurarea rotorului? Dacă da, atunci, care este acesta? Explicați și arătați pe schemă.

2. Cu ajutorul căror dispozitive se poate corecta circuitul de înfășurare a rotorului? Explicați și arătați pe schemă.

Întrebările urmăreau înțelegerea conținutului schemei de către elevi, stabilirea gradului de conștientizare a acesteia prin operare. Răspunsurile la întrebări implicau cerința de a evidenția sensul curentului într-un circuit complex, care, așa cum spuneam, avea, în diferite variante, forme neunitare, precum și cerința de a evidenția și lega între ele două dintre componentele concrete ale circuitului, figurate grafic pe planșe distincte. În primul caz, componentele respective constau în simbolurile corespunzătoare înfășurării roto-

[52] Metoda respectivă constă în utilizarea unui teanc de foi albe, între care se introduce hîrtie carbon pentru imprimare în copie. În momentele de întrerupere a activității de reproducere (cînd apar dificultăți sau intervin pauze de reflecție asupra sarcinii ș.a.m.d.), se poate extrage din teanc cîte o copie, experimentatorul obținînd un fel de secțiune care arată etapa respectivă din activitatea subiectului. Între timp, subiectul își poate continua lucrul început.

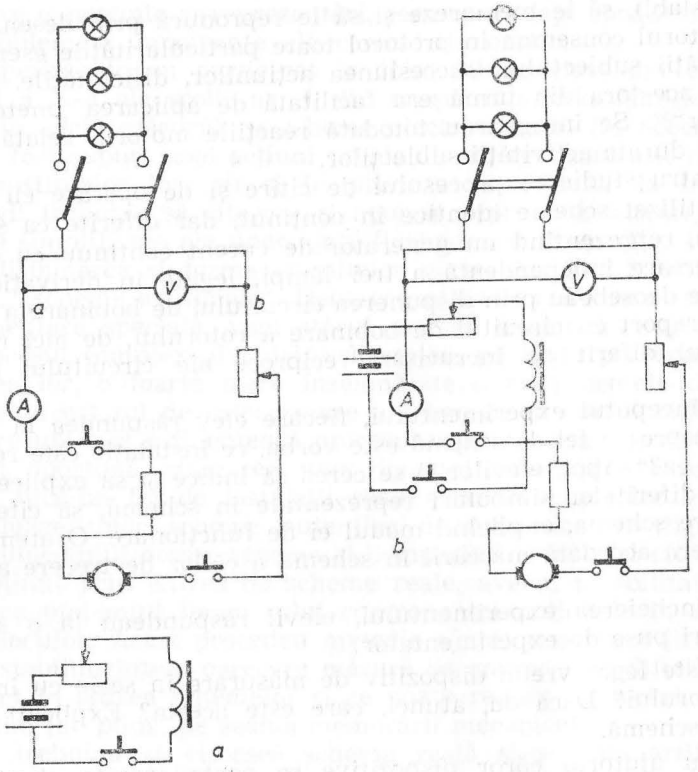


Fig. 42

rului şi ampermetrului; în cazul al doilea, în simbolurile aceleiaşi înfăşurări şi ale întrerupătorului sau ale manetei de deschidere a circuitului.

3. Cum anume şi de ce se schimbă curentul în circuitul lămpilor, dacă reducem valoarea rezistenţei: *a*) reostatului din circuitul bobinării rotorului; *b*) reostatului din circuitul bobinei de excitaţie (a statorului)?

Răspunzînd la această întrebare, subiecţii trebuiau să se bazeze pe înţelegerea conţinutului schemei, adică, pe înţelegerea proceselor fizice figurate în schemă. În particular, se impunea cerinţa de a actualiza cunoştinţele despre principiile de funcţionare a maşinii electrice şi despre rolul înfăşurărilor de excitaţie, precum şi cunoştinţele privind legea lui Ohm. Şi în cazul acesta experimentatorul consemna în protocol, pe cît posibil, întreaga activitate a subiecţilor.

Trecînd la analiza rezultatelor, trebuie să menţionăm că ne vom opri numai asupra aspectelor şi particularităţilor fundamentale ale citirii schemelor, înregistrate în experimentele lui E. G. Serebreanîi.

Experimentele demonstrează că procesul reproducerii schemelor nu este un act unitar, global, ci prezintă un caracter discret (în sens de discontinuu). Acest fapt este condiţionat de existenţa în circuite a unor ramificaţii, a unor întreruperi convenţionale şi încrucişări. Astfel, dificultatea reproducerii circuitelor de reţea (vezi fig. 40) se explică prin aceea că circuitul constă din ramificaţii paralele. Atingînd în mişcarea lor punctul P_1 (după porţiunea b_1—P_1), subiecţii sînt confruntaţi cu o dilemă: să figureze circuitul mai departe spre punctul P_2 sau spre reţeaua lămpii C? Este interesant că, reproducînd circuitul anodic (care, spre deosebire de cel de reţea, nu conţinea ramificaţii), subiecţii acţionează mult mai armonios, mai ritmic şi aproape fără să se întrerupă, manifestă mai puţine reţineri şi erori.

Am putut constata că în reproducerea schemelor electrice complexe subiecţii au adesea dificultăţi în a-şi reprezenta mişcarea, dinamica proceselor fizico-tehnice, dacă în calea acestei mişcări apar obstacole. Pe de altă parte, dificultăţi similare intervin (poate într-un grad mai înalt) în cursul citirii schemelor, explicîndu-se prin caracterul discret al percepţiei, prin necesitatea de a conştientiza trecerea de la o porţiune a schemei la alta, neînvecinată.

În acest mod, caracterul discret al perceperii schemei vine în contradicţie cu necesitatea de a urmări procesele dinamice implicate în ea. Realmente este de dorit ca acela care execută în desen (percepe, îşi reprezintă) o schemă să realizeze această activitate fără întreruperi, fără opriri; de fapt, el este obligat adesea să reproducă ceva (să perceapă, să-şi reprezinte), nu însă în porţiunea de schemă în care a lucrat nemijlocit pînă atunci.

Aspecte identice au apărut şi în activitatea mai complexă de operare cu schemele. Astfel, s-a constatat că în cazul în care întreruperile provocate nu erau în limitele unui simbol, ci în liniile (conductorii) circuitului, urmărirea traseelor de trecere a curentului se dovedea a fi un lucru cu mult mai dificil de realizat. Probabil că cu cît elementele circuitului sînt mai îndepărtate unele de altele, cu atît este mai dificil, în condiţii egale, de sesizat procesele dinamice. Totuşi, rămîne importantă nu numai dimensiunea saltului ce trebuie efectuat în procesul perceperii sau reproducerii schemei. Rolul hotărîtor îl joacă aici dificultăţile de înţelegere a conţinutului

circuitului în care există întreruperi. Perceperea discretă apare ca o consecință a obstacolelor de sens, și nu invers.

În experimentele de operare cu schemele, elevii reușeau într-o măsură extrem de redusă să stabilească legături între componentele schemei, dacă acestea nu reprezentau pentru ei circuitul electric general, ci constituiau doar părți din construcția unei instalații unitare. Astfel, cu toate că în prezentarea inițială a simbolurilor convenționale experimentatorul sublinia că bobinarea rotorului și a statorului mașinii electrice sînt părți integrante ale aceleiași instalații (figurate separat, dar întotdeauna alăturate, deși apar în schemă în circuite electrice diferite), marea majoritate a subiecților nu reușeau să lege corect funcțiile circuitelor rotorului și ale statorului. Absența răspunsului corect la a doua parte a întrebării nr. 3: „În ce fel și de ce se modifică curentul în circuitul rotorului dacă reducem mărimea rezistenței în circuitul de excitație (circuitul statorului)?" nu se poate explica într-un alt mod.

În încheierea descrierii acestei categorii de date este necesar să remarcăm faptul că toate erorile legate de caracterul discret al citirii și reproducerii schemelor, care îngreuiază formarea imaginilor dinamice, se manifestă cel mai puternic la subiecții mai slab pregătiți sau la aceia care nu au o mare experiență în lucrul cu schemele. Dificultățile menționate s-au manifestat și la ceilalți subiecți, dar într-o măsură mai redusă. De aici, putem formula ipoteza potrivit căreia cauza dificultăților respective trebuie văzută în caracterul obiectiv al materialului ca atare.

O altă categorie destul de mare de date se referă la prepondereța nejustificată pe care o au însușirile formale ale schemelor în raport cu însușirile de conținut. Situația dată intuitiv pare să domine citirea schemei. Aceasta se manifestă, de pildă, în faptul că tendința de a percepe schema după conturul ei exterior împiedică mișcarea corectă pe traseul circuitului.

Pe de o parte, aici se poate remarca una dintre particularitățile percepției: perceperea inițială a obiectului, de regulă, este însoțită de urmărirea cu ochii a conturului obiectului. Pe de altă parte, perceperea schemei, plecînd tot de la conturul ei, duce la subaprecierea conținutului acesteia, la predominarea însușirilor formale ale imaginii grafice asupra celor de conținut, fiindcă trecerea pe prim plan a formei circuitului nu oferă posibilitatea înțelegerii aprofundate a procesului fizico-tehnic ce se produce în circuitul respectiv.

Trebuie subliniat că aceste date sînt caracteristice, în principal, pentru elevii slab pregătiți. Prin urmare, dacă particularitatea perceperii inițiale constă în „urmărirea" conturului obiectului, în

condițiile unei pătrunderi deficitare a conținutului schemei și în condițiile absenței unor cunoștințe teoretice suficient de temeinice, această tendință poate duce la o operare unilaterală cu componentele intuitiv-grafice ale schemei, perturbînd astfel procesul citirii ei corecte.

În ceea ce privește rolul conținutului și al formei în citirea imaginilor schematice, ne vom întoarce la datele obținute în cazul reproducerii de către elevi a schemelor artificiale (vezi fig. 41). Pentru moment, vom menționa că aici s-au înregistrat de două ori mai multe erori decît în cazul reproducerii schemelor reale. Aceasta, cu toate că schemele artificiale nu erau mai complexe decît cele reale, iar particularitățile lor grafice (formă, structură, caracterul liniilor și intersectărilor dintre ele) le aminteau pe cele reale. Protocoalele arată numărul mare de „circuite" neînchise (datorită omiterii multor linii); modul nesatisfăcător de redare grafică a „circuitului" din stînga, mai complex, care conține două ramificații paralele, relevă desenarea incorectă a diferitelor simboluri ș.a.

Aceste date trebuie, desigur, puse în legătură directă cu posibilitățile insuficiente create de schemele artificiale pentru conștientizarea a ceea ce este perceput. Ele arată și faptul că semnificația componentei intuitiv-grafice propriu-zise a schemelor nu joacă un mare rol dacă nu este inclusă în sistemul cunoștințelor teoretice și dacă elevul nu vede, dincolo de ea, esența proceselor fizico-tehnice.

Se știe că omul nu întipărește mintal obiectele izolate, ci în relație unele cu altele, ca grupuri sau șiruri. Astfel de grupuri și de șiruri apar pe schema reală potrivit modului în care ele sînt amplasate succesiv în circuite sau în diversele ramificații ale acestora. Liniile care unesc semnele constituie indicatori specifici pentru cel ce citește schema. Dacă în cazul schemei artificiale (ca și în cazul schemei reale, abstracție făcînd de dificultățile de citire) ar fi fost posibilă stabilirea unor relații dinamice, care să reflecte dependența de tip cauză — efect, atunci, la subiecți ar fi apărut mai multe legături trainice între componentele schemei, iar reușita reproducerii lor ar fi fost considerabil mai mare. Schema artificială este însă lipsită de aceste posibilități, fapt pentru care ea le apărea subiecților ca un șir dezordonat de semne și linii, ce evoca într-o oarecare măsură obiectele reale (în opoziție cu alte genuri de mijloace tehnico-intuitive).

Relația și interacțiunea dintre imagine și noțiune s-au manifestat deosebit de evident în experimentele de operare cu reprezentările grafice schematice. Fără o urmărire în plan mintal a traseului pe care era percepută trecerea curentului, nu putea avea loc citirea circuitului. Și invers, fundamentarea procesului electrotehnic, fără

sprijinul pe citirea reprezentării grafice, deseori nu era precisă, completă, adecvată. Astfel, elevii trebuiau să analizeze modul de lucru al circuitului rotorului unei mașini electrice în funcție de modul de lucru al circuitului statorului (vezi fig. 42). Aici, înțelegerea schemei cerea desfășurarea unei succesiuni destul de complexe de legături logice și figurale: 1) perceperea circuitului statorului; 2) interpretarea construcției lui și a principiului de acțiune al acestuia, pe baza anlizei conținutului schemei (adică, pe baza proceselor fizico-tehnice care se produc în mașina electrică); 3) înțelegerea construcției și a principiului de acțiune a circuitului rotorului sub acțiunea circuitului statorului; 4) perceperea circuitului rotorului. Pentru subiecți au apărut ca deosebit de complexe în această activitate sarcinile privind stabilirea legăturilor între operațiile a treia și a patra, și nu între prima și a doua.

Se știe că genetic, mai timpuriu și mai natural, procesul de trecere de la percepție la gîndire, de la imagine la noțiune, devine uneori predominant în învățare. Dar în rezolvarea multora dintre problemele tehnice se impune un demers invers. Datele demonstrează că practica instruirii, după cît se pare, asigură încă într-o mică măsură formarea legăturilor noțiune-imagine, respectiv, trecerea de la gîndire la reprezentarea schematică.

La experimentul de laborator au participat 24 de elevi de la școala tehnică profesională de stat nr. 40 din Moscova, cu o pregătire satisfăcătoare pentru citirea schemelor electrotehnice și radiotehnice.

Știut este că o serie de particularități ale citirii schemelor depind de conținutul, structura și complexitatea schemei citite. Schemele complexe care întrunesc multe componente (deosebite ca principiu de acțiune și construcție a circuitului etc.) pretind celui ce le citește priciperea de a realiza saltul de la o treaptă la alta. Caracterul discret al percepției constituie particularitatea esențială a citirii schemei, creînd dificultăți evidente pentru individ. Căci, pentru a înțelege modul de funcționare a întregii scheme, în ansamblul său, este necesară stabilirea specificului interacțiunii (al dependenței de tip cauză-efect) dintre toate componentele sale de bază.

O mare însemnătate pentru reușita citirii o are și specificul instrucțiunilor ce se dau în cazul citirii schemei. Ele determină acest proces. De pildă, pentru a clarifica ce anume este figurat în schemă, trebuie cunoscute bine semnele convenționale și funcțiile diferitelor părți ale schemei. În procesul analizei părților principale ale schemei și în stabilirea legăturilor dintre ele, se și creează, de

fapt, reprezentarea a ceea ce este figurat în schemă, a destinației pe care o are instalația redată grafic prin intermediul schemei. În cazul acesta, omul nu citește în mod obligatoriu și în detaliu întreaga schemă, nu se ocupă de fiecare element al ei. Ca să determine ce anume figurează schema, de cele mai multe ori este suficient ca el să identifice, să înțeleagă și să stabilească dependența dintre componentele fundamentale semantice și de reper ale schemei.

Cînd însă trebuie urmărită mișcarea curentului în circuitele schemei sau trebuie descoperită o eroare, o defecțiune intervenită în schemă, sarcina pusă în fața individului este diferită, sub aspect subiectiv. În cazul acesta, identificarea semnificațiilor convenționale fundamentale și a reperelor oferite de perceperea schemei nu este suficientă. Aici devine necesară o pătrundere mai adîncă în conținutul schemei, se impune descifrarea detaliată și sistematică a întregii scheme, urmărirea mișcării curentului în toate circuitele și ramificațiile figurate pe schemă. În îndeplinirea unor asemenea sarcini, o importanță esențială o capătă găsirea legăturilor de tip cauză — efect, determinarea condițiilor de interacțiune a diverselor părți ale schemei.

Ca și în cercetarea precedentă, dar pe o altă bază metodologică, apare necesitatea de a studia procesul citirii schemelor și de a stabili dependența acestui proces de conținutul și de structura schemelor (de particularitățile schemelor ca atare). Un interes deosebit îl prezintă investigarea dependenței dintre citirea schemelor și specificul instrucțiunilor, particularități'le activității intelectuale în procesul operării cu schemele, cercetarea procesului de operare cu acestea.

La fel de importantă este explicarea mecanismului formării priceperilor de citire și de operare cu schemele, elaborarea, pe această bază a procedeelor și metodelor de învățare a citirii schemelor.

Întrucît tehnica privind metoda de înregistrare pe film a mișcărilor pupilare[53] este cunoscută, putem trece direct la descrierea problemelor.

Elevilor le erau prezentate două tipuri de scheme: scheme de redresori de curent alternativ și scheme de amplificare de joasă frecvență (fig. 43—46)[54].

---

[53] Cititorul poate găsi descrierea ei amănunțită, cu trimiterile bibliografice respective, în articolul nostru din culegerea *Particularitățile gîndirii la elevi în procesul instruirii prin muncă*, 1970.

[54] Deocamdată, atenția nu trebuie să se îndrepte spre liniile punctate. Ele indică traseele mișcării privirii subiecților ce citesc schema.

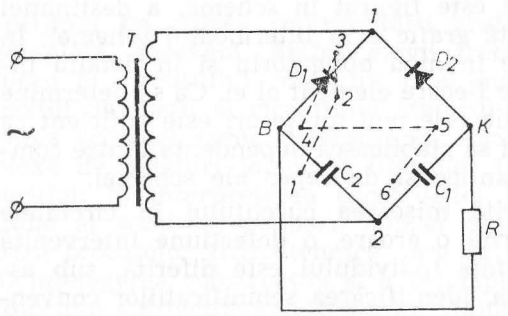


Fig. 43

La citirea schemei 1 (vezi fig. 43), subiectul trebuia să indice ce este figurat pe schemă și cum trece curentul (redresat) cînd motorul este sub sarcină.

Soluția etalon: pe schema 1 este figurat un redresor al ambelor alternanțe; schema 2 figurează un redresor cu monoalternanță; schema 3 reprezintă un amplificator de joasă frecvență, cu lămpi; schema 4 redă un amplificator de joasă frecvență, cu tranzistori.

Cînd punctul 1 are un potențial pozitiv, dioda D_2 este deschisă, iar D_1 este închisă. Curentul trece de la punctul 1, prin D_2 și C_1, spre punctul 2, încărcînd condensatorul C_1. Cînd punctul 2 are potențial pozitiv, dioda D_1 este deschisă, iar D_2 închisă. Curentul trece de la punctul 2, prin C_2, D_1, spre punctul 1. Condensatorii C_1 și C_2, încărcîndu-se, pe loc se și descarcă în sarcina cămășii lui C cu potențial pozitiv, către cămașa lui C_2 cu potențial negativ, deci curentul de descărcare trece prin sarcina R de sus în jos.

În cazul citirii schemelor 2, 3 și 4 (vezi fig. 44—46), sarcina a constat în determinarea a ceea ce este figurat și în găsirea erorilor existente.

Soluția etalon: în schema 2, sînt incorect cuplați condensatorii electrici (trebuie înlocuită polaritatea lor); în schema 3, este greșit indicată polaritatea condensatorului electrolitic C_3; în schema 4, lipsește rezistența de scurgere.

Materialul experimental prezentat pentru citirea schemelor arată că acestea diferă sub aspectul conținutului și al complexității, ceea ce corespunde obiectivelor cercetării, pe care le-am expus mai sus. Primele două scheme sînt mai simple în comparație cu următoarele două, întrucît ultimele conțin un număr de elemente (de pildă, circuitele componentelor curentului alternativ și continuu, ale lămpilor electronice și ale tranzistorilor). Totodată, pentru înțelegerea lor este necesară descifrarea proceselor mai complexe ce se produc în diferitele subansamble ale schemei.

Specificul întrebărilor puse subiecților în procesul citirii concorda și el cu obiectivele investigației, deoarece le asigura elevilor

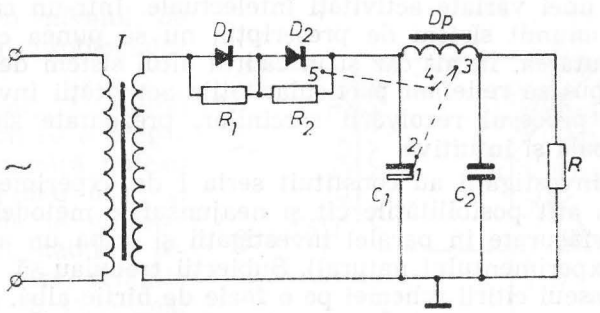


Fig. 44

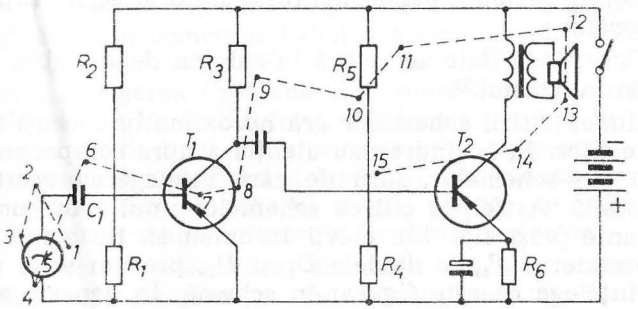


Fig. 45

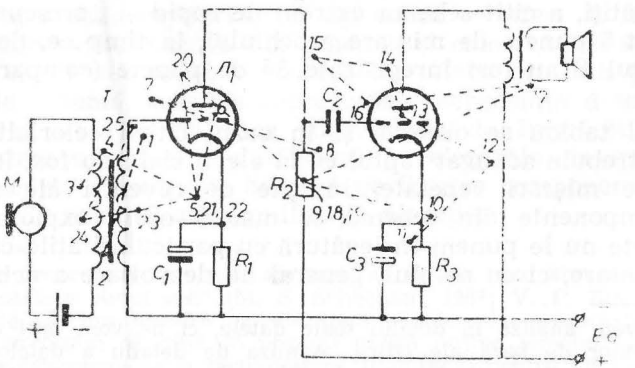


Fig. 46

efectuarea unei variate activităţi intelectuale. Într-un caz şi în cadrul unui anumit sistem de prescripţii, nu se punea ca problemă specială căutarea. În alt caz şi în cadrul altui sistem de prescripţii, ne-am propus să reliefăm particularităţile activităţii investigative a omului în procesul rezolvării sarcinilor, prezentate simultan sub formă verbală şi intuitivă.

Aceste investigaţii au constituit seria I de experimente. Pentru a evidenţia atît posibilităţile cît şi neajunsurile metodei filmărilor, au fost desfăşurate în paralel investigaţii şi după un alt procedeu (acela al experimentului natural). Subiecţii trebuiau să deseneze cu creionul traseul citirii schemei pe o foaie de hîrtie albă, aşezată alături de schema respectivă. În această serie a II-a de experimente s-a recurs la metoda secţiunilor. Apoi au fost comparate rezultatele obţinute la citirea aceloraşi scheme de către subiecţi diferiţi, în condiţiile aplicării metodei experimentului natural şi al experimentului de laborator.

Prima grupă de date se referă la sarcina de a stabili ce anume este figurat în schemă[55].

Succesiunea citirii schemelor era aproximativ aceeaşi la majoritatea subiecţilor. Ei îşi îndreptau atenţia asupra componentelor fundamentale ale schemelor, fără de care înţelegerea acestora ar fi fost imposibilă. Astfel, la citirea schemelor unui redresor al ambelor alternanţe (vezi fig. 43), elevii trebuiau să fie atenţi cel puţin la transformatorul T_1, la diodele D_1 şi D_2, precum şi la sarcina R, pentru a înţelege ce este figurat în schemă. În genere, mulţi elevi au urmat această cale.

Totuşi, în citirea schemelor de către elevi cu pregătire diferită s-au constatat unele diferenţieri. Astfel, *A*, unul dintre elevii foarte bine pregătiţi, a citit schema extrem de rapid şi „prescurtat". S-au înregistrat 5 puncte de mişcare a ochiului, în timp ce, de exemplu, la subiectul *B* au fost înregistrate 35 de puncte (comparaţi fig. 43 şi 47).

Acelaşi tablou se observă şi în cazul citirii celorlalte scheme. Aici mai trebuie adăugat faptul că la elevii slabi au fost înregistrate numeroase mişcări repetate, însoţite de reveniri ale privirii la unele componente din schemă ce mai fuseseră explorate vizual. Aceste date nu le punem în legătură cu particularităţile citirii schemelor ca atare, ci cu nivelul general de dezvoltare a activităţii intelectuale, cu nivelul de rezolvare a problemelor de gîndire.

[55] Nu vom analiza în detaliu toate datele, ci ne vom opri doar asupra caracteristicilor de bază ale citirii. Analiza de detaliu a datelor este prezentată într-unul din articolele noastre din culegerea *Particularităţile gîndirii la elevi în procesul instruirii prin muncă*, 1970.

Într-adevăr, citind schema, elevii cu o pregătire mai temeinică puteau să treacă şi mai uşor, şi mai rapid de la un element la altul, stabilind legăturile necesare, relaţiile dintre ele, fără să se mai întoarcă la componentele odată explorate ale schemei. Situaţii similare au loc dealtfel, în rezolvarea de către elevi a celor mai diverse probleme de gîndire din domeniul fizicii, matematicii, mecanicii tehnice şi al altor discipline şcolare (V. V. Davîdov, 1972, V. V. Davîdov şi D. B. Elkonin, culegerea *Probleme ale psihologiei activităţii şcolare la elevii mici*, 1962; V. A. Kruteţki, 1967 ş.a.); trecînd la rezolvarea unei probleme, elevii buni anticipează modul ei general de desfăşurare şi, succesiv, fără reţineri şi încercări, efectuează sarcina. Dimpotrivă, la elevii slabi se observă multe acţiuni de prisos, alături de revenirile permanente la operaţii realizate anterior.

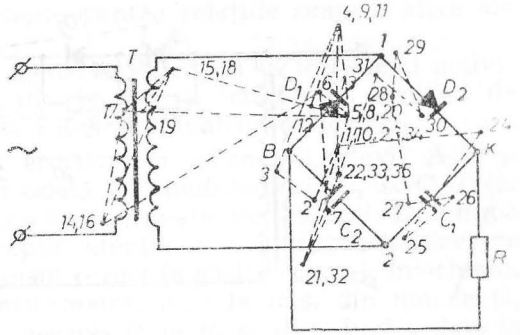


Fig. 47

Acelaşi aspect se observă şi în cazul citirii schemelor. Elevii slab pregătiţi sînt nevoiţi să se întoarcă de cîteva ori la elementele parcurse în scheme, pentru că atunci cînd trec la citirea unor noi părţi ale circuitelor, ei par să fi uitat modul în care lucrează componentele schemei pe care le-au urmărit anterior.

Pentru a stabili legăturile de tip cauză — efect şi interacţiunile diferitelor subansamble din schemă, şi cele privind schema în totalitate, ei au nevoie să exploreze de cîteva ori una şi aceeaşi porţiune de schemă, ceea ce reprezintă o consecinţă a unor slabe cunoştinţe şi a unor mijloace superficiale de lucru cu schema. Aşadar, citirea schemei se desfăşoară pe elemente, în opoziţie cu citirea prescurtată[56], care se bazează pe fixarea componentelor fundamentale ale schemei cu semnificaţie de reper.

[56] Datele prezentate par a fi aproape de datele care sînt uneori denumite „recunoaştere simultană" (M. S. Schechter, 1967; V. P. Zincenko, 1959 ş.a.). Nu este sarcina noastră să discutăm problemele recunoaşterii simultane, totuşi precizăm că pînă în prezent există puţine temeiuri pentru tratarea acestor fenomene ca o recunoaştere simultană, pentru că elevii nu au avut un etalon (li se cereau scheme noi), şi chiar cei mai bine pregătiţi au executat un număr destul de mare de macromişcări oculare.

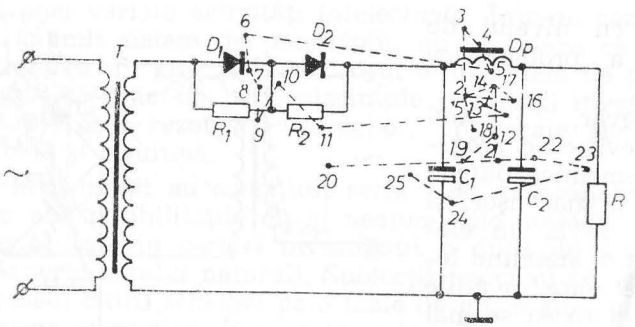


Fig. 48

Celălalt grup de date se referă la opririle specifice ale privirii, mai mult sau mai puțin îndelungate. Astfel, în cazul subiectului I. (vezi fig. 48, care redă traseul pe schema 2), s-a observat o revenire continuă a privirii, din diverse părți ale schemei, către unul și același loc, în care nu era figurat nici un element (punctele 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18).

Natura acestor fenomene nu a fost determinată pînă în prezent. Există motive să presupunem că ele sînt „zone ale ambiguității", specifice pentru omul care citește o schemă. Lui îi este mai comod să reflecteze fără a abandona explorarea elementelor schemei, motiv pentru care găsește în schemă locul „gol".

Date similare s-au constatat și în cursul citirii unor scheme mai complexe, de tipul schemelor 3 și 4: sprijinirea pe elementele semnificative fundamentale, prezența mișcărilor reversibile și a zonelor de ambiguitate (datele privind subiecții E. și N.).

Există însă și alte date privitoare la acești subiecți: în cursul explorării becurilor sau a tranzistorilor, punctele de oprire a pupilei se situează în interiorul reprezentărilor grafice ale acestor instalații. Astfel, la început, elevul se uită atent la anod, apoi el studiază rețeaua, catodul becului și analizează formația ce se deplasează. În fapt, succesiunea nu este întotdeauna aceasta, dar însăși prezența punctelor de oprire a privirii în interiorul obiectelor respective confirmă tendința subiecților de a pătrunde în esența proceselor care au loc în becuri și tranzistori.

Aceste date și în egală măsură cele ce au fost descrise mai sus le considerăm ca indicator al unei anumite corespondențe între traseele citirii schemei și mersul gîndirii omului, pentru că pupila oculară se oprește, așa cum am văzut, asupra unor porțiuni din schemă care sînt cele mai importante pentru relațiile semnificative ale acesteia, deci nu oriunde.

Dacă în condții obișnuite („citește schema") la toți elevii activitatea s-a desfășurat aproximativ la fel, în schimb, în condiții de căutare („găsește erorile"), ea s-a individualizat puternic.

Astfel, în cursul căutării erorilor, la schema 2, elevii A.Z. și B.M. au început citirea dintr-odată cu condensatorii C_1 și C_2 (vezi fig. 44), adică, de fapt, cu elementele eronate ale schemei; însă după aceasta elevul A.Z. și-a îndreptat atenția numai asupra bobinei de șoc și a diodei D_2, dînd răspunsul corect (a găsit eroarea); în schimb, elevul B.M. s-a uitat la transformator, apoi la R și din nou la C_1 și C_2, după care la rezistența sarcinii R, la R_1 și R_2 și încă o dată la condensatorii C_1 și C_2, și abia după aceea a răspuns corect.

Dar, cu tot șirul de acțiuni cu caracter explorativ, de încercare, numărul maxim de opriri ale privirii tuturor subiecților se fixează pe condensatorii C_1 și C_2, atunci cînd privirea insistă asupra erorii ce trebuie căutată în schemă.

Acest aspect a fost remarcat deosebit de pregnant la subiectul K.U., a cărui privire a stăruit asupra condensatorului C_2 pe durata a 14 cadre de film. Faptul menționat, ca dealtfel și alte fapte demonstrează încă o dată corespondența dintre traseul perceperii schemei și cursul real al gîndirii subiectului, angajat în citirea schemei.

Efectuarea temelor de căutare a erorilor prin citirea schemelor 3 și 4 le-a produs subiecților mari dificultăți, pe care ei nu au reușit să le depășească[57].

Este interesant de reținut că unii subiecți, după ce parcurgeau vizual de 3—4 ori același traseu, renunțau să mai efectueze tema.

La elevul V.L. începutul traseului (punctul 1) coincide aproape cu sfîrșitul citirii schemei (punctul 25), adică, subiectul cu ce a început, cu aceea a și sfîrșit, fără să descopere eroarea (fig. 46).

Numărul maxim de opriri ale privirii se produce la rezistența R_2. Rezultă deci că pe subiect îl interesează rolul jucat de rezistența respectivă în schema dată, pentru că, alături și paralel (după condensatorul C_2), trebuie introdusă rezistența de negativare R. Prin urmare, subiectul este aproape de găsirea răspunsului. Acest fapt subliniază încă o dată pertinența metodei filmărilor speciale față de sarcinile cercetării noastre. Constatări identice se fac și în cazul citirii schemei 3. Așadar, pe această bază se poate conchide

[57] Amintim că în schema 4 lipsea rezistența de negativare (pe schemă, ea este punctată), iar în schema 3 a trebuit schimbată polaritatea condensatorului electrolitic C_3 inclus în nucleul de deplasare al tranzistorului T_3.

că situaţia de căutare a erorilor în schemă le provoacă elevilor dificultăţi deosebite. În acelaşi timp, sarcina respectivă conferă procesului gîndirii o direcţionare specială.

De aceea, în explorarea fiecărei părţi a schemei, elevii s-au străduit să judece din punctul de vedere al posibilităţii de descoperire a erorii.

Să revenim acum la citirea schemelor; rezultatul fixării lor îl constituie aplicarea metodelor obişnuite de obiectivare a reprezentărilor spaţiale (de exemplu, desenarea drumului curentului).

Mai întîi, trebuie să remarcăm că efectuarea temei — „Ce este figurat în schemă" — nu permite urmărirea cît de cît detaliată a procesului citirii, pentru că elevii nu au început încă să deseneze traiectoria urmată în citirea schemei, cînd au aflat ce este figurat în ea. Probabil, acest lucru are loc în cazul citirii schemelor simple.

În această privinţă, prezintă interes activitatea subiecţilor pentru stabilirea drumului curentului de redresare, în schema 1, şi pentru găsirea erorii, în schema 2. În cursul lucrului pe schema 1, traseul citirii a coincis la mulţi subiecţi.

Prezentăm, ca exemplu, un desen efectuat de elevul D. E. (fig. 49). Se vede că subiectul începe citirea schemelor cu transformatorul, notîndu-şi pentru sine un semn suplimentar (potenţialul pozitiv), după care continuă cu dioda D_2, deschisă pentru trecerea curentului, mai departe, cu condensatorul C_1, apoi, prin condensatorul C_2, se întoarce la rezistenţa R.

Tema privind găsirea erorii în schema 2 este realizată de către toţi subiecţii prin desenarea unei linii drepte care trece prin diodele D_1 şi D_2. Mai departe, subiecţii trasează linia în jos, formînd un unghi de 90°, în direcţia unde este comisă eroarea, către reprezentarea condensatorilor C_1 şi C_2, după care ei dau un răspuns corect. Deosebirile observate în desene şi care indică drumul citirii schemei (de exemplu, la subiecţii A.N. şi G.V.) constau numai în lungimea diferită a liniei orizontale (fig. 50 şi 51). În sfîrşit, subiectul V.L. trasează calea citirii schemei prin notarea condensatorilor, indică potenţialul pozitiv şi negativ, atît la condensatori cît şi la schema propriu-zisă, străduindu-se să ofere un „desen" mai desfăşurat al căutărilor sale (fig. 52).

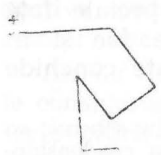


Fig. 49

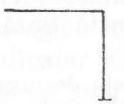


Fig. 50

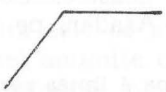


Fig. 51

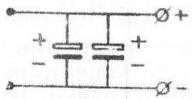


Fig. 52

Dacă comparăm rezultatele experimentelor întreprinse cu cele două metode (filmarea şi desenarea căii de citire a schemei), vom constata că aplicarea primei metode face posibilă înregistrarea mai desfăşurată, mai detaliată, a procesului citirii schemei. Cea de-a doua metodă reflectă procesul citirii într-o formă „prescurtată" şi poate fi folosită la realizarea sarcinilor legate de stabilirea drumului curentului, în cazul schemelor relativ simple, sau pentru obţinerea unor date preliminare auspra caracterului citirii, în cazul unor scheme mai complexe.

În legătură cu cercetarea întreprinsă, apare necesitatea examinării rezultatelor experimentelor şi în perspectiva unor activităţi ulterioare.

Neîndoielnic rămîne faptul că există o corespondenţă între traseul citirii schemelor şi cursul psihologic presupus al gîndirii subiectului. Cu totul altceva sînt deosebirile individuale, posibile aici, şi care se cer a fi explicate. Se observă o citire etapizată a schemei, care coincide, în general, cu desfăşurarea ei logic necesară. Este adevărat că sînt prezente numeroase mişcări de revenire a privirii, precum şi acele „zone ale ambiguităţii".

Această tendinţă a subiecţilor către mişcările de revenire a privirii este, după părerea noastră, determinată de necesitatea de a verifica propriile lor ipoteze sau primele concluzii referitoare la diferitele porţiuni ale schemei. Stabilind anumite legături între partea explorată şi celelalte părţi ale schemei, descoperind relaţiile cauzale dintre diferitele elemente şi schema în ansamblu ei, subiecţii au în felul acesta posibilitatea deplină să verifice justeţea raţionamentelor lor.

Este interesant de consemnat că la elevii cei mai buni, de regulă, nu se constată nici mişcările de revenire şi nici repetarea frecventă a traseului de citire a schemei. În schimb, în situaţiile de căutare a erorii din schemă, adică în efectuarea unei teme mai complexe, fenomenele respective sînt prezente. Sarcina de căutare a erorii modifică activitatea subiecţilor, care devine dintr-odată mai desfăşurată. Experimentele noastre ne-au demonstrat că operaţia de căutare a erorii în schemă se poate înfăptui fie prin citirea succesivă a diferitelor componente ale schemei (în care scop subiectul citeşte întreaga schemă de la început pînă la sfîrşit), fie prin apariţia imediată a ipotezei. În cazul acesta, nu este vorba de un *insight*, ci de o ipoteză privind porţiunea cea mai probabilă din schemă în care poate fi comisă eroarea. Această ipoteză este supusă verificării de către subiect.

Cele două modalităţi de abordare le apreciem ca niveluri diferite ale activităţii de explorare. A doua modalitate de abordare,

tipică pentru elevii foarte bine pregătiţi, se caracterizează printr-un nivel mai înalt al activităţii intelectuale, mai exact, prin stăpînirea proceselor de explorare (căutarea erorii în funcţie de gradul de probabilitate a apariţiei ei).

Un interes deosebit îl prezintă fenomenul „prescurtării" citirii, modul în care instrucţia şi gradul de antrenare influenţează procesul citirii schemei. În vederea elucidării unor asemenea întrebări, trebuie întreprinse, se pare, o serie de experimente speciale, pentru citirea aceloraşi scheme de către elevii din primul şi din al doilea an de pregătire sau de către aceiaşi elevi, la începutul perioadei de instruire şi la sfîrşitul ei. O însemnătate teoretică şi practică esenţială o va avea investigarea mecanismului formativ al acestei „prescurtări", precum şi desfăşurarea specifică a procesului respectiv la diferiţi elevi.

Analizînd datele pe care le-am obţinut, ajungem la următoarea concluzie: în activitatea de explorare vizuală a subiecţilor se observă, pe de o parte, tendinţa spre economicitate în mişcări, manifestată prin fenomenele „prescurtării", iar pe de altă parte, tendinţa spre numeroase mişcări de repetare, caracterizate prin detaliere şi determinate de necesitatea de a verifica supoziţia sau raţionamentul iniţial şi de a obţine o informaţie care fie că lipsise, fie că nu fusese descoperită anterior (la prima explorare a elementelor schemei).

Experienţa utilizării metodei filmării în citirea schemelor a permis evidenţierea unor merite, dar şi a unor neajunsuri ale acesteia.

Înainte de toate trebuie menţionat caracterul adecvat al metodei respective. În sprijinul acestei afirmaţii se alătură şi alte dovezi.

Astfel, punctele de oprire ale privirii cad nu numai asupra imaginii convenţionale a obiectului, ci şi asupra notărilor cu ajutorul literelor. Aceste puncte se dispun cel mai frecvent în interiorul componentelor mai importante ale schemei fără a căror citire nu se poate pătrunde în esenţa proceselor fizico-tehnice. În continuare, numărul cel mai mare de opriri ale privirii cade asupra componentelor schemei care provoacă dificultăţile cele mai serioase (de pildă, componentele care ascund eroarea). Aşadar, utilizarea metodei filmărilor permite, în anumite condiţii, pătrunderea mai precisă şi mai aprofundată în procesul citirii schemei în comparaţie cu aplicarea altor metode care dau o imagine asupra procesului citirii într-o variantă elaborată sau mai degrabă asupra rezultatului perceperii decît asupra procesului ei.

Totodată, nu putem trece cu vederea neajunsurile acestei metode, adică imposibilitatea desfăşurării unor experimente cu o durată mai mare sau mai mică, dificultatea prelucrării datelor ş.a.

În studierea procesului de rezolvare a problemelor tehnice redate sub formă verbal-grafică, o eficienţă maximală se poate obţine prin asocierea acestei metode cu alte procedee metodologice, în particular, cu metoda experimentului natural.

*
* *

Rezolvarea multora dintre problemele tehnice şi productiv-tehnice este însoţită de citirea documentaţiei, exprimată sub formă intuitiv-grafică. Adesea, procesul citirii documentaţiei tehnice reprezintă scopul fundamental al activităţii. Acest tip de documentaţie tehnică, dealtfel extrem de variată, constituie un mijloc de intuitivizare; caracterul activităţii este legat de procesul citirii (perceprii şi înţelegerii), precum şi de apariţia reprezentărilor spaţiale.

Reuşita efortului cu mijloacele intuitiv-tehnice se leagă, fără îndoială, de stabilirea unei interacţiuni între componentele gîndirii logice şi figurale, a cărei însemnătate principală este demonstrată într-o serie de cercetări fundamentale ale psihologiei sovietice.

Totuşi, se poate presupune că interacţiunile dintre imagine şi idee îşi au specificul lor în raport cu diferitele genuri de activitate, putîndu-se manifesta într-un mod specific în activitatea tehnică.

Constatăm, de asemeneea, că intuitivitatea este privită, de regulă, ca factor de sprijin în procesul însuşirii sau al aplicării cunoştinţelor. Ea este analizată, în primul rînd, ca un mijloc ajutător al învăţării (dealtfel, foarte important). Într-adevăr, acesta este rolul materialului intuitiv ce intervine în multe forme ale activităţii umane. Totuşi, însemnătatea mijloacelor intuitiv-tehnice nu se epuizează aici.

Nu există o clasificare cît de cît completă a mijloacelor intuitiv-tehnice (cu excepţia uneia foarte generale).

Totuşi, analiza teoretică permite să se distingă trei criterii de clasificare a lor. Un prim criteriu constă în corelarea cantităţii de componente reale ale dispozitivelor tehnice şi numărul de simboluri care pot substitui aceste componente. Un al doilea criteriu rezidă în cantitatea absolută de însuşiri ale obiectului reprezentat grafic. Al treilea criteriu este dat de măsura corelării dintre dinamicitatea şi staticitatea mijloacelor intuitiv-tehnice.

Potrivit parametrilor arătați, pot fi ordonate distinct toate mijloacele intuitiv-tehnice, de la obiectul natural pînă la schema sa.

Un loc special în activitatea tehnică și productiv-tehnică îl ocupă lucrul cu reprezentările schematice (scheme cinematice, electroradiotehnice). Reprezentările schematice formează un sistem de simboluri, ce substituie complet obiectele reale sau noțiunile despre ele și legăturile dintre ele. Astfel, sînt codificate într-o anumită formă obiectul, însușirile sale și relațiile. Deoarece schema reflectă aspectele esențiale ale obiectului, surplusul de informație lipsește în acest caz. În sfîrșit, pe baza unei scheme „statice" urmează a se constitui imaginea „dinamică", spațială.

Prin urmare, procesul citirii schemei trebuie fundamentat pe decodificarea simbolurilor în limbajul obișnuit al noțiunilor fizico-tehnice și printr-o traducere cu sens a imaginilor statice în dinamica fenomenelor și proceselor fizico-tehnice.

O importanță deosebită pentru citirea și operarea cu schemele o are interrelația dintre cunoștințele teoretice și acțiunile practice. În cursul rezolvării problemelor tehnice, al căror rezultat reușit se bazează pe interrelația componentelor teoretice și practice ale activității, apar dificultăți și erori tipice. Erorile apar în cazurile în care are loc o disociere între acțiunile perceptuale și cele ale gîndirii. Ele intervin și atunci cînd apare o dificultate în „reprezentabilitatea" dinamicii (mișcării) pe baza imaginii grafice statice. Dificultăți mari sînt întîmpinate în cazul în care este necesară o „conlucrare" a gîndirii discursive cu imaginea spațială.

Una dintre cauzele erorilor în citirea schemelor derivă din nepriceperea de a desprinde componentele necesare din întregul ansamblu de imagini variate în care ele sînt inserate și de a face abstracție de fondul perturbator. De aici, dificultatea în stabilirea dependențelor spațiale între componentele abstrase. Stabilirea acestor dependențe este legată nemijlocit de înțelegerea, de către elevi, a relațiilor de tip cauză — efect, conținute în fenomenele și procesele fizice și tehnice.

Procesul recunoașterii schemei și realizarea ei în construcție depinde, în primul rînd, de capacitatea de diferențiere a caracteristicilor sale esențiale și neesențiale, care se sprijină pe cunoașterea anumitor teze teoretice. Totuși, acest proces poate fi deformat sub influența unor reprezentări anterioare. În acest caz, reprezentările domină noțiunile.

Erorile și dificultățile care conduc la deteriorarea interrelației firești dintre acțiunile teoretice și practice își au punctele de plecare în insuficiența metodelor de instruire. În cursul instruirii, predomină adesea în mod nejustificat activitatea de gîndire re-

productivă. Este firesc ca printr-o asemenea instruire să fie îngreuiată formarea procedeelor conștientizate de citire și operare cu schemele. Aceste procedee se formează cu succes în procesul rezolvării problemelor prin folosirea reprezentărilor tehnice schematice și se realizează printr-o strînsă interacțiune a acțiunilor teoretice, perceptuale și practice. Pentru aceasta, este importantă respectarea unei anumite etapizări în instruire: de la identificarea schemelor și montarea construcțiilor potrivit acestor scheme, prin construcția lor autonomă, la aplicarea noilor procedee în condiții concrete diferite.

Cercetările demonstrează că însușirea concomitentă a cunoștințelor teoretice și a activităților practice nu duce în mod automat la o unitate a lor. Ele coexistă, dar nu acționează una asupra celeilalte. În vederea înfăptuirii unei asemenea interacțiuni este necesară învățarea specială a procedeelor de folosire a cunoștințelor în condiții concrete cît se poate de variate.

În bogata activitate a omului cu schema au loc procese diferite în ceea ce privește specificul lor psihologic: reproducerea, operarea și citirea schemelor. Reproducerea schemelor înseamnă realizarea din memorie a reprezentării grafice a obiectului perceput anterior. Operarea cu schemele este un proces mai complex, în cursul căruia poate avea loc transformarea cu sens a imaginilor, adică apariția imaginilor operative. De regulă, operarea cu schemele este inclusă în contextul rezolvării unei probleme tehnice mai mult sau mai puțin complexe, constituind una din modalitățile de rezolvare a acesteia. Lectura schemelor se realizează pe baza perceperii și a înțelegerii lor, iar rezultatul trebuie să-l conducă pe cititor spre o concluzie asupra specificului activității sau a principiului de acțiune al instalației tehnice reprezentate grafic (sau a părților ei).

Procesul reproducerii schemelor prezintă un caracter discret, condiționat, în primul rînd, de însuși specificul schemelor. Aici se manifestă o contradicție internă: reproducerea discretă, la fel ca și perceperea schemelor, pare să nu corespundă necesității de a urmări în ele procese dinamice continue. Situații identice s-au constatat și în activități mai complexe, respectiv în cursul operării cu schemele. Contradicția amintită împiedică formarea imaginilor spațiale dinamice.

În același cadru s-a evidențiat predominarea, uneori nejustificată, a însușirilor formale ale schemelor asupra însușirilor de conținut, cu deosebire în cazurile în care componentele noționale ale gîndirii nu sînt suficient formate. Prezintă interes faptul că interrelația dintre imagine și noțiune nu este simplă și univocă. Mai timpurie, sub raport genetic (și preponderentă în învățare), este

trecerea de la imagine la noțiune, de la percepție la gîndire. Această trecere se realizează mai ușor decît cea inversă, de la gîndire la reprezentarea schematizată.

Procesul citirii schemelor depinde de conținutul, structura și complexitatea lor, precum și de caracterul prescripțiilor în efectuarea sarcinii și de nivelul pregătirii subiectului.

Succesiunea logică a citirii schemelor, deși nu coincide întotdeauna cu „traseele" psihologice, totuși, în toate cazurile, la început se realizează prin fixarea atenției asupra celor mai importante componente ale schemelor, sub raportul semnificației lor.

Se pot distinge două tipuri de citire: prescurtată și pe elemente (adesea cu reveniri repetate ale privirii). Totodată, trebuie remarcat faptul că în cursul citirii unor scheme mai complexe și al urmăririi unor prescripții mai complexe, crește numărul mișcărilor voluntare repetate ale ochiului și timpul opririlor privirii. Cu alte cuvinte, cînd omul trece la o activitate mai complexă, el parcă ar „aluneca" la un nivel inferior de realizare.

La citirea schemelor, activitatea de căutare a subiecților se desfășoară fie cu ajutorul trecerii succesive în revistă a diferitelor componente în scopul verificării lor, fie prin apariția „pe loc" a unei ipoteze. În ultimul caz, după cît se pare, este avansată dintr-odată o supoziție privind eroarea (dereglarea) cea mai probabilă, după care are loc verificarea supoziției. Aceste două abordări urmează a fi luate ca niveluri diferite ale activității umane de căutare, cea de-a doua corespunzînd unui nivel mai înalt al activității intelectuale.

Efectul maximal este dat de utilizarea în paralel a metodelor experimentului de laborator și natural.

Aplicarea metodei înregistrării pe film a mișcărilor oculare în cursul rezolvării de probleme, în care se folosesc reprezentări tehnice schematice, permite punerea unor noi probleme pentru cercetare. Astfel, se conturează ca deosebit de interesante următoarele: studiul particularităților activității umane de căutare, analiza căilor algoritmică și euristică de căutare, formarea în cursul instruirii a priceperilor și deprinderilor corespunzătoare, în special cercetarea mecanismului formativ al citirii „prescurtate" a reprezentărilor tehnice.

CAPITOLUL III

STRUCTURA GÎNDIRII TEHNICE

1. PUNEREA PROBLEMEI ȘI NOȚIUNILE FUNDAMENTALE ALE TEORIEI REZOLVĂRII PROBLEMELOR TEHNICE

Dezvoltarea tehnicii și producției a transformat munca omului. „Sub forma mașinii — susținea K. Marx —, mijloacele de muncă dobîndesc un mod de existență material care presupune înlocuirea forței umane prin forțele naturii și a metodelor empirice rutinare prin aplicarea conștientă a științelor naturii" (K. Marx, F. Engels, *Opere*, vol. 23, București, Editura politică, 1966, p. 397).

Revoluția științifică-tehnică actuală, după cum se știe, se caracterizează prin folosirea sistemelor de agregate și linii automate, prin introducerea mecanizării și automatizării complexe, prin utilizarea electrotehnicii și a tehnicii de calcul chiar în sferele „tradiționale" ale producției.

Dezvoltarea științei și tehnicii a transformat munca umană, dar odată cu aceasta a formulat exigențe sporite față de capacitățile intelectuale ale omului. Ea a început să pretindă muncitorului, tehnicianului, inginerului un important bagaj de cunoștințe tehnice, priceperea de a percepe și de a prelucra o informație complexă, capacitatea de a adopta la momentul oportun soluția corectă.

Activitatea umană efectivă, însuși procesul muncii se complică tot mai mult sub aspectul formei și al conținutului, iar tehnica pătrunde literalmente în toate domeniile de muncă.

„În utilajul modern — scriu I. I. Artobolevski, I. P. Bardin, A. A. Blagnoravov, N. G. Bruevici, V. I. Dikușin, B. S. Stecikin — s-au concentrat, ca într-un focar, experiența și realizările a numeroase științe teoretice și aplicate. Pentru a te orienta în construcția unei mașini complexe trebuie să studiezi matematica și fizica, rezistența materialelor și tehnologia metalelor, hidraulica și dina-

mica gazelor, electrotehnica, precum şi alte ştiinţe. Trebuie să fii foarte instruit pentru a deveni stăpînul maşinii şi, cu atît mai mult, creatorul ei.

Să nu ştii cum funcţionează motorul Diesel şi cel cu reacţie, electromotorul sau strungul automat o să devină, în curînd, un lucru tot atît de ruşinos cum este astăzi să nu ştii să scrii şi să citeşti. Cunoaşterea bazelor tehnicii va deveni general-necesară" *(Maşina. Trecutul, prezentul şi viitorul* ei, 1959, p. 1).

Cunoştinţele privind bazele tehnicii, ale producţiei industriale şi agricole se dobîndesc pe căi diferite. Mai întîi, prin instruire sistematică (în şcoala generală, în şcoala tehnică-profesională, în învăţămîntul tehnic mediu şi în institutele de învăţămînt superior). În al doilea rînd, aceste cunoştinţe se capătă şi se desăvîrşesc nemijlocit în munca desfăşurată în sfera producţiei materiale, în munca productivă a omului.

Cunoştinţele tehnice şi tehnologice îşi au specificul lor, care se poate evidenţia destul de clar dacă ar fi să examinăm multitudinea de noţiuni tehnice existente. Astfel, noţiunile din domeniul tehnologiei metalelor conţin, de pildă, cunoştinţe din diverse ştiinţe (în primul rînd, din fizică şi chimie). Ele nu reprezintă un conglomerat mecanic de informaţii, ci o grupare unitară a caracteristicilor esenţiale ale procesului tehnologic sau ale fenomenelor, privite din punctul de vedere al diferitelor ştiinţe.

În ultimă instanţă, structura deosebită a noţiunilor tehnice este condiţionată de varietatea caracteristicilor şi a funcţiilor acelor obiecte materiale-tehnice, ale căror legături şi relaţii esenţiale le reflectă aceste noţiuni.

Speciale sînt şi căile formării multora dintre noţiunile tehnice. Aici nu intervin două obiective psihopedagogice relativ independente: formarea cunoştinţelor propriu-zise şi însuşirea mijloacelor de utilizare a lor. Problema nu constă aici în aplicarea cunoştinţelor, întrucît ea se pune întotdeauna ca ceva de la sine înţeles. Obiectivele menţionate sînt, în timp, contopite într-un tot, căci noţiunile tehnice (oricît de abstracte ar fi), prin substanţa, prin conţinutul lor, sînt destinate utilizării practice, avînd un caracter aplicativ.

Astfel, procesul intelectual care are loc în cursul lucrului cu obiectele tehnice şi al operării cu noţiunile tehnice ce au o structură specială prezintă, după cît se pare, particularităţi specifice.

Analiza faptelor efectuată mai înainte, precum şi datele cercetării realizate în laboratorul de psihologia învăţării politehnice şi prin muncă, din cadrul Institutului de psihologie generală şi pedagogică al Academiei de Ştiinţe Pedagogice a U.R.S.S., creează

baza necesară abordării acestei probleme deosebite a gîndirii tehnice, ca o modalitate specifică a activităţii intelectuale a omului.

În legătură cu acestea, trebuie menţionat faptul că însuşi termenul de „gîndire tehnică" şi-a dobîndit relativ de puţin timp drept de „cetăţenie". În ultimii ani, el a început să fie folosit destul de frecvent în literatura psihologică şi metodică. Dacă ne-am propune să enumerăm într-o listă lucrările în care figurează termenul respectiv, această listă ar fi voluminoasă[58]. Dar oricît ar părea de ciudat, aproape nicăieri nu găsim o descriere a conţinutului acestui termen. O încercare aproape unică de a-l defini conţine *Dicţionarul psihologic* (1965) publicat de N. Z. Bogozov, I. G. Gozman şi G. V. Saharov. Autorii respectivi consideră gîndirea tehnică drept o activitate îndreptată spre elaborarea autonomă şi rezolvarea de probleme tehnice (p. 241). În primul rînd, nu este foarte clar ce înseamnă „elaborarea autonomă a problemelor tehnice". De ce aceasta constituie una din cele două caracteristici fundamentale ale gîndirii tehnice? Firește că formularea în mod independent a problemelor pe baza anumitor date, oricare ar fi ele, reprezintă unul dintre indicatorii gîndirii evoluate. Priceperea de a formula, de a pune o problemă reprezintă o dovadă a unui înalt nivel de dezvoltare[59] într-un domeniu oarecare de cunoştinţe. De ce însă acest indicator se referă doar la gîndirea tehnică, şi nu la orice intelect bine format?

În al doilea rînd, definirea gîndirii tehnice ca proces de rezolvare a problemelor tehnice poate fi şi este corectă, dar numai în prezenţa unei condiţii obligatorii: necesitatea dezvăluirii specificului problemei tehnice, pentru că orice proces de gîndire decurge ca proces al rezolvării unor probleme. Definiţiile de acest fel ne oferă foarte puţine elemente şi, se înţelege, ele nu descriu nimic din specificul gîndirii tehnice.

Strădania de a formula cu orice preţ o definiţie riguros ştiinţifică pentru diferite fenomene şi fapte (fie şi foarte importante) nu poate duce la reuşită dacă ele nu sînt suficient studiate şi sistematizate. Or tocmai acesta este cadrul cu care sîntem confruntaţi în domeniul problemelor gîndirii tehnice. Se poate afirma că aceste probleme nu au o istorie, dar în acelaşi timp se poate spune că unele laturi ale problematicii respective au devenit tradiţionale pentru psihologie.

---

[58] Această listă începe cu lucrările lui P. K. Engelmayer, care susţine că „există o anumită structură a intelectului care poate fi denumită tehnică. (P. K. Engelmayer, *Filozofia tehnicii*, seria 1—4, p. 48). Totuşi, autorul nu oferă caracterizarea unei asemenea „structuri a intelectului".

[59] Vezi capitolul IV al lucrării noastre.

Încă Aristotel punea problema existenței a două forme de gîndire: una teoretică, îndreptată spre cunoașterea generalului, și una practică, necesară aplicării legilor generale la cazurile particulare (1908). Deși Aristotel avea înțelegerea faptului că gîndirea practică nu poate fi considerată ca o treaptă inferioară a gîndirii teoretice, totuși în psihologia de peste hotare se constată că inteligența teoretică este opusă celei practice.

Termenul de „inteligență practică" își începe istoria sa, așa cum se știe, în cercetările lui Yerkes și Köhler (1930), care, în experimentele cu maimuțe, au stabilit că rezolvarea de către animale a unor situații problematice se realizează pe calea „încercărilor și erorilor". Köhler (1930), Bühler, Ruger (cit. după S. L. Rubinstein, 1946) și alți cercetători nu au pus problema inteligenței practice în relație cu psihicul primatelor, ci cu psihicul copiilor și al oamenilor adulți. Astfel, Ruger găsește că activitatea subiecților la începutul rezolvării problemelor de perspicacitate amintește de comportamentul animalelor, decurgînd tot pe calea încercărilor și erorilor. Este adevărat că fiecare acțiune reușită se conștientizează și se întărește, în timp ce acțiunile nereușite sînt înlăturate. În acest fel, rezolvarea unei probleme practice reprezintă un conglomerat specific de acțiuni mecanice, întîmplătoare, neconștientizate.

Conceptul de gîndire practică, după S. L. Rubinstein, „pare să[60] exprime înlăturarea punctului de vedere potrivit căruia intelectul era considerat doar prin prisma operațiilor teoretice ale gîndirii verbale, abstracte" (1946, p. 306). Totuși, în aceste cercetări consacrate gîndirii practice, teoria era opusă, în mod idealist, practicii. Autorii lor n-au reușit să surprindă trecerile nuanțate dintre componentele teoretice și practice ale activității complexe de gîndire a omului. În realitatea vie observăm aproape la fiecare pas trecerea gîndirii în acțiune și invers, remarca L. S. Vîgotski (1956).

O abordare originală a problemei privind gîndirea practică se întîlnește în cercetările de psihotehnică, precum și în lucrările ce se ocupă de talentul tehnic și de selecția profesională. Majoritatea acestor lucrări se bazează, așa cum se știe, pe aplicări de teste care urmăresc scopuri pur practice. Vom caracteriza pe scurt doar acele aspecte, ale cîtorva din aceste cercetări, care au legătură cu problema gîndirii practice.

Pentru noi prezintă un interes particular faptul că prin desfășurarea cercetărilor psihotehnice s-au creat diferite sisteme de teste. Între acestea au existat destule teste care aveau ca scop punerea în evidență a gradului de dezvoltare a inteligenței practice (tehnice). Este adevărat că nu toate aceste teste erau autentice probleme tehnice, alegerea lor fiind adesea întîmplătoare, deoarece nu se sprijinea întotdeauna pe un studiu aprofundat al diferitelor domenii de activitate profesională a oamenilor. Așa cum pe bună dreptate remarcă A. V. Petrovski, încă de la începutul anilor 30 se desfășura critica testelor aplicate în psihotehnică (și în primul rînd în selecția profesională): „...se arăta, de pildă, că în testele preluate de peste hotare sînt amestecate într-un chip ciudat exigențele față de înzestrare cu cerințele față de pregătirea subiectului, nu se ține seamă de ceea ce știe subiectul și de ceea ce el poate afla" (1967, p. 278)[61]. A. V. Petrovski subliniază în continuare că „erorile metodologice serioase, preluarea necritică a experienței de peste hotare se reflectă în interpretarea talentului — această problemă centrală care, teoretic și practic, se rezolva numai pe baza posibilităților oferite de investigarea testologică (*idem*, p. 279).

În multe cercetări de psihotehnică și de selecție profesională întreprinse în alte țări întîlnim o opoziție destul de categorică între inteligența practică și cea teoretică. Această opoziție se manifestă pregnant la O. Lippman (1923, 1925). În clasificarea sa, deloc lipsită de interes, asupra profesiunilor, el opune direct așa-numitele profesiuni gnostice, profesiunilor tehnice. Persoanele care practică profesiunile tehnice sînt „practicieni" puri. În afara unei separări principial greșite a teoriei și practicii în activitatea omului, urmează să subliniem că testele destinate selecției „teoreticienilor" și „practicienilor" nu au realizat în fapt această sarcină, deoarece la baza conținutului și sistemului lor se aflau deficiențe și erori comune testologiei.

Prezentăm pentru ilustrare cîteva teste de investigare a inteligenței tehnice: G. Moede, unul dintre reprezentanții de seamă ai psihotehnicii de peste hotare, consideră că „metodele psihotehnice de relevare a capacităților în profesiuni speciale (în primul rînd tehnice — T.K.) (1922, p. 91) trebuie să urmărească atît stabilirea «gradului de inteligență» (de înzestrare generală), cît și «probarea înclinației către o specialitate sau alta»" (*idem*, p. 93—94).

„Gradul de inteligență constă în manifestarea următoarelor capacități: 1) capacitatea de a combina; 2) bogăția noțiunilor; 3) capacitatea de judecată; 4) memoria relațiilor logice; 5) capacitatea atenției; 6) capacitatea de concentrare" (*idem*, p. 93).

[60] Remarcați — „pare să".

[61] Numeroasele erori și imperfecțiuni ale testelor psihotehnice au fost semnalate la timpul respectiv de S. G. Gellerstein (1932) și I. N. Spilerein (1931).

Mai înainte subliniam că interpretarea înzestrării, a inteligenței, a intelectului în general nu este inclusă în contextul unor poziții teoretice precise. Acest fapt se află în deplină concordanță cu parametrii măsurării arătați mai sus: la fiecare dintre ei poate fi pusă întrebarea „de ce?" și, urmînd logica alcătuirii lor, poate continua enumerarea și spori de mai multe ori numărul acestor parametri.

Totuși, pe noi ne interesează mai mult testele îndreptate spre stabilirea capacităților tehnice și a inteligenței tehnice cu specific creator.

„Prezența capacităților constructive la elev se verifică prin înțelegerea tehnicii de către acesta, prin judecățile emise și capacitatea combinatorie sau prin ingeniozitatea sa" (*idem*, p. 114).

Să presupunem că sîntem de acord cu caracteristicile menționate (deși întrebarea „de ce?" nu poate fi înlăturată). Care ar fi atunci sistemul de teste? Prezentăm cîteva dintre ele. În investigarea „capacității de reprezentare tehnică", adică de înțelegere, individului i se arată desenul sau modelul unui mecanism și i se explică construcția acestuia. Explicația respectivă merge pînă la nivelul la care, chiar pentru o persoană neinstruită tehnic, trebuie să devină clară construcția mecanismului. Apoi se pun două întrebări: 1. Cum se numește acest mecanism sau această instalație? 2. În ce scop poate fi folosit?

Subliniem că însăși ideea de a oferi o instalație tehnică unui individ care nu este instruit din punct de vedere tehnic, ca el să-i determine funcțiile, poate să nu fie rea. Totuși, unde e de găsit un asemenea om stăpînit de curiozitate și cum ar urma să i se explice construcția instalației în condițiile unor cunoștințe tehnice nule? Întotdeauna vom avea de-a face cu oameni care posedă un anumit bagaj de cunoștințe și deprinderi (chiar în absența unei instruiri orientate spre un scop), de interese, cu un anumit nivel de dezvoltare, adică, oameni care dețin o experiență individuală și socială de un anumit fel (în sensul cel mai larg al cuvîntului).

În investigarea „judecății tehnice", „elevului i se arată două mecanisme diferite, el urmînd să specifice care dintre acestea corespunde destinației sale. Sau i se dă un caz imposibil din punct de vedere tehnic și i se propune să explice cauzele discordanței, ale imposibilității tehnice" (*idem*, p. 115).

În legătură cu aceste teste, sînt justificate două remarci: 1) dacă cercetării îi este supus un individ care are un oarecare bagaj de cunoștințe și de reprezentări tehnice, în cazul acesta se poate înregistra un anumit nivel de înțelegere, exprimat prin judecățile sale;

2) dacă avem de-a face cu o persoană neinstruită sub raport tehnic, atunci sarcina poate rămîne nerezolvată. Este greu de presupus că se va evidenția un oarecare nivel al „judecății tehnice" dacă subiectul nu dispune de nici un fel de cunoștințe tehnice. Dacă am emite o asemenea ipoteză, am ajunge la o opoziție absurdă între cunoaștere și gîndire, la acceptarea unei rupturi absolute între ele.

Nu vom continua expunerea unor teste similare ale lui Moede, ci ne vom referi acum la „Seria de teste de investigare a inteligenței constructiv-tehnice", elaborată cu participarea mai multor institute și laboratoare care se ocupă de problemele selecției profesionale și consultației profesionale în U.R.S.S.[62].

Este vorba despre o serie destul de mare de teste, asamblate într-un anumit sistem, deși, așa cum se va putea vedea din exemplele următoare, criteriile asamblării lor într-un sistem nu sînt suficient de clare.

Printre testele propuse, un loc important îl ocupă acelea pentru a căror rezolvare este necesar un anumit bagaj de cunoștințe din domeniul fizicii și mecanicii tehnice. În aceste teste, multe teme presupun cunoașterea pîrghiilor, a transmiterii mișcării de rotație și a transformării ei; există și alte teme bazate pe cunoștințe din alte capitole ale fizicii și științelor tehnice.

Se pune însă întrebarea: de ce tocmai aceste cunoștințe trebuie să ateste un anumit nivel de dezvoltare a „inteligenței constructiv-tehnice"? Desigur, rezolvarea problemelor respective nu presupune o simplă reproducere a cunoștințelor, ci și rapiditatea orientării în cadrul temei, perspicacitate, priceperea de a aplica cunoștințele în practică ș.a.m.d. Cu toate acestea, noi nu vom primi răspunsul la întrebarea pusă pînă ce nu se va clarifica în ce constau caracteristicile psihologice ale inteligenței tehnice, din ce elemente structurale se constituie ea, în ce constă legătura internă și interacțiunea dintre ele. Cu alte cuvinte, propunînd aceste teste și altele similare lor (al căror număr poate fi multiplicat[63]), noi nu știm totuși ce anume investigăm, ce măsurăm, ce capacități punem în evidență.

---

[62] Sub egida Laboratorului central pentru consultații și selecție profesională din cadrul Institutului de stat pentru cercetarea protecției muncii de pe lîngă Consiliul interdepartamental pentru consultații și selecție profesională — Comitetul pentru știință și tehnică al U.R.S.S.

[63] În anul 1931, în investigarea capacității profesionale au fost cuprinse aproximativ 1 000 000 de persoane (A .V . Petrovski, 1967). Probabil că nimeni nu a făcut numărătoarea testelor aplicate (inclusiv a testelor pentru inteligența tehnică), or, ele au fost extrem de multe. Realizarea unor asemenea teste nu este prea dificilă.

În aceasta constă deficienţa fundamentală a unei astfel de abordări testologice a problemei gîndirii tehnice, deoarece natura ei psihologică rămîne neclarificată.

Abordarea corectă a problemei gîndirii practice a devenit posibilă numai în psihologia sovietică (după restructurarea ei pe baze marxist-leniniste).

Spuneam mai înainte că gîndirea este strîns legată de acţiune, întrucît omul cunoaşte lumea transformînd-o. Legătura dintre gîndire ca activitate cognitivă teoretică şi acţiunea practică a fost definită de S. L. Rubinstein în felul următor: „Gîndirea nu este pur şi simplu însoţită de acţiune sau acţiunea de gîndire; acţiunea este forma primară de existenţă a gîndirii. Forma primară a gîndirii este gîndirea în acţiune şi prin acţiune, gîndirea care se realizează prin acţiune şi se manifestă în acţiune" (1946, p. 341).

Născîndu-se în activitatea practică, gîndirea se constituie apoi ca o activitate teoretică relativ independentă. Deşi legătura cu practica se menţine, totuşi, specificul acestei legături se modifică. „Practica rămîne fundamentul şi criteriul final al veridicităţii gîndirii; păstrîndu-şi pe de-a-ntregul dependenţa de practică, gîndirea teoretică se eliberează de încorsetarea iniţială faţă de fiecare caz particular al practicii... Gîndirea preia asupra sa funcţia de planificare. Ea se ridică la acel nivel la care devine posibilă teoria care anticipează practica şi care serveşte drept îndreptar în acţiune" (*idem*, p. 342).

Se pune însă întrebarea: există oare o gîndire practică, anterioară genetic celei teoretice, mereu una şi aceeaşi, sau ea însăşi se dezvoltă, prezentînd diferite niveluri ale acestei dezvoltări. În principiu, răspunsul adecvat la această întrebare îl găsim şi de astă dată într-o formă generală la S. L. Rubinstein (1946, 1957, 1958, 1959).

De fapt, el distinge etapele genetic timpurii ale gîndirii şi tipurile sau nivelurile inteligenţei ce s-a constituit. Înţelegînd prin gîndire practică activitatea care se realizează în cursul practicii şi care este îndreptată spre rezolvarea de probleme practice, S. L. Rubinstein subliniază că sînt posibile diferite niveluri („forme") ale gîndirii practice: „... În unele cazuri, gîndirea practică, adică gîndirea implicată în activitatea practică, în funcţie de specificul problemelor pe care urmează să le rezolve, trebuie să folosească şi rezultatele activităţii teoretice, abstracte. Aceasta este o formă complexă a gîndirii practice, în care gîndirea teoretică intră în calitate de componentă. O asemenea activitate de gîndire este activitatea inventatorului în procesul rezolvării problemelor complexe" (1946, p. 365)[64].

Există însă şi alte cazuri care corespund unor niveluri mai simple ale gîndirii practice, cînd este necesară doar orientarea corectă într-o situaţie cu caracter intuitiv pentru ca, în concordanţă cu aceasta, să se treacă la acţiune. Iată deci o formă (un nivel) elementară de gîndire practică care poate fi denumită intuitiv-acţională. Examinînd problema gîndirii teoretice şi practice, S. L. Rubinstein atrage atenţia şi asupra deosebirilor existente în ceea ce priveşte natura obiectivă a sarcinii pusă în faţa subiectului. El menţionează că în rezolvarea problemelor practice nu este obligatoriu (iar noi am spune că adesea nu este nici posibil) să se prevadă întregul curs al rezolvării sarcinii. Adesea este suficientă doar proiectarea primei etape a rezolvării. Efectuarea ei, prin transformarea situaţiei-problemă, pe lîngă modificarea planificată a acesteia, atrage după sine o serie de modificări complementare. Ele nu au fost prevăzute, ci apar abia acum. În acest mod, acţiunea practică preia parţial asupra sa funcţia de anticipare, permiţînd ca rezolvarea ulterioară a problemei să se construiască plecînd de la considerarea rezultatelor acestei acţiuni.

Acest fel de probleme formulează însă şi cerinţe specifice faţă de subiect. S. L. Rubinstein remarcă, printre aceste cerinţe, caracterul mai perfecţionat al observării, o atenţie sporită faţă de detalii; priceperea de a folosi „particularul şi singularul din situaţia problematică dată, ceea ce nu intră total, fără rezerve, în generalizarea teoretică"; priceperea de a trece rapid de la gîndire la acţiune şi invers (*idem*, p. 367).

Şi motivaţia procesului de gîndire se distinge prin trăsături proprii. Ea apare într-o altă împrejurare, diferită de aceea a rezolvării unei probleme teoretice pure. Gîndirea practică „are de-a face" cu o situaţie acţională în care se impune ieşirea rapidă din dificultate. Aceste situaţii, diferite sub aspect psihologic, influenţează în mod diferenţiat rezultatele procesului de gîndire. Totul depinde de structura intelectului, de interesele şi trăsăturile personalităţii în ansamblu.

Merită a fi subliniată apropierea existentă între numeroasele momente ale rezolvării unor probleme practice şi îndeplinirea sarcinilor de proiectare-construcţie şi constructiv-tehnice, de către om. Aşa cum remarcam în capitolul I, în rezolvarea problemelor con-

[64] Nu ştim de ce autorul a ales ca exemplu anume o problemă de inventivitate. Din cele ce urmează rezultă însă că o asemenea alegere reflectă cum nu se poate mai bine legătura dintre gîndirea practică şi cea teoretică.

structiv-tehnice este importantă considerarea atentă a particularităţilor constructive ale pieselor şi ale instalaţiei ca întreg, dar nu mai puţin importantă este şi conlucrarea dintre teorie şi practică. Totodată, deşi acest aspect nu formează obiectul analizei noastre speciale, am asistat adesea la modificarea procesului şi a rezultatelor rezolvării în funcţie de specificul problemei şi de atitudinea omului faţă de ea.

Necesitatea de a acţiona rapid, asociind supoziţiile cu rezultatele obţinute şi corijînd pe această bază ipotezele iniţiale, le-a creat dificultăţi suplimentare unora dintre subiecţi, le-a complicat procesul de gîndire, i-a derutat.

Tocmai de aceea caracterizarea procesului de rezolvare a problemelor practice pe care o face S. L. Rubinstein se apropie prin anumite aspecte de caracterizarea privind rezolvarea problemelor tehnice. Apropierea apare cu deosebire în cazurile în care are loc o interrelaţie între componentele teoretice şi cele practice ale activităţii de gîndire.

Pentru noi este importantă şi concluzia la care ajunge autorul pe baza examinării diferitelor forme de gîndire: „Particularităţile specifice ale diferitelor forme de gîndire sînt determinate, la diferiţi indivizi, înainte de toate, de specificitatea problemelor pe care aceştia le au de rezolvat; ele sînt, de asemenea, legate şi de particularităţile individuale, care se constituie în funcţie de caracterul activităţii lor“ (*idem*, p. 367).

Dependenţa formelor de gîndire de specificul problemelor este analizată de B. M. Teplov în interesanta sa cercetare privind particularităţile gîndirii comandanţilor de oşti (1961). El polemizează cu psihologii care consideră că intelectul teoretic reprezintă forma cea mai înaltă de manifestare a inteligenţei.

„Dacă se realizează o gradare a activităţii în funcţie de dificultatea şi complexitatea cerinţelor adresate intelectului, atunci trebuie acceptat că, din punctul de vedere al varietăţii şi uneori şi al contradicţiei interne a sarcinilor intelectuale sau chiar al rigorii condiţiilor în care decurge activitatea mintală, primele locuri trebuie să fie ocupate de formele superioare ale activităţii practice“ (*idem*, p. 255).

Totodată, aşa cum reiese din analiza datelor, problemele militare complexe trebuie să fie adeseori rezolvate în intervale limitate de timp.

În ultimii ani s-au făcut unele încercări de analiză a noţiunilor de gîndire practică şi gîndire tehnică.

P. I. Ivanov (1961, 1964, 1969) observă îndreptăţit că eficienţa instruirii prin muncă se defineşte prin gradul de dezvoltare a gîn-

dirii tehnice, dar el nu oferă o interpretare mai mult sau mai puţin clară a naturii gîndirii tehnice.

Autorul deduce noţiunea de gîndire tehnică din concepţia asupra inteligenţei tehnice, orientată către modificarea realităţii, cu scopul de a obţine sau de a crea obiecte materiale. De aceea, din punctul său de vedere, gîndirea practică se manifestă în acţiunile practice sau în reprezentările despre acestea[65].

„Deoarece activitatea de muncă a omului se realizează practic cu ajutorul uneltelor, al tehnicii şi se exprimă prin crearea acestei tehnici şi prin construirea de obiecte noi şi gîndirea practică, într-un sens mai îngust, este denumită gîndire tehnică şi constructiv-tehnică“ (1964, p. 11).

Mai întîi vom menţiona că, potrivit constatărilor rezultate din cercetările noastre privind analiza rezolvării celor două tipuri de probleme tehnice (destul de reprezentative pentru activitatea tehnică şi productiv-tehnică), rezolvarea lor nu se desfăşoară doar în planul unor acţiuni practice sau al unor reprezentări despre acestea. Dacă este aşa, atunci cazurile respective sînt apropiate de acea formă elementară a gîndirii practice (după S. L. Rubinstein) care se realizează în limitele situaţiei concret-intuitive.

Este adevărat că P. I. Ivanov discută despre necesitatea dezvoltării la elevi a unei gîndiri unitare constructiv-tehnice (*idem, p. 12*). Dar tocmai acest mod de a pune problema demonstrează cum nu se poate mai bine faptul că pentru autor gîndirea tehnică nu este o formă specială de activitate intelectuală, ci o varietate oarecare a gîndirii practice, un caz particular al acesteia.

Lucrul este de înţeles, întrucît, situîndu-ne pe o asemenea poziţie, vom deveni tributari concepţiei care opune gîndirea tehnică celei practice (prin urmare, potrivit punctului de vedere amintit, opunerea vizează implicit şi gîndirea tehnică). Între altele, o atare opunere are un sens numai în plan genetic.

Din punctul nostru de vedere, deducerea noţiunii de gîndire tehnică din concepţia privind inteligenţa practică nu se justifică. Aceasta nu înseamnă, desigur, că între ele nu pot exista anumite relaţii. În ceea ce ne priveşte, considerăm că trebuie pornit de la specificul problemelor care i se pun omului în procesul muncii tehnice, de la specificul obiectiv al materialului productiv-tehnic, de la cerinţele pe care acestea le adresează activităţii subiectului. Numai prin definirea cerinţelor respective şi prin urmărirea acţiunii

[65] Am putut, aşadar, să ne convingem că o asemenea tratare a gîndirii practice este cu mult mai limitată decît interpretarea pe care o conferă acestei noţiuni S. L. Rubinstein şi B. M. Teplov.

lor asupra activității de gîndire pot fi stabilite și particularitățile ei.

În comparație cu lucrarea analizată mai sus, problema gîndirii practice se pune într-un alt mod la V. V. Cebîșeva, în cartea sa (1969), unde se ia în considerație nivelul producției moderne și noul specific al cerințelor profesionale adresate omului în procesul muncii. V. V. Cebîșeva acordă o atenție deosebită particularităților acelor probleme practice (de producție) a căror rezolvare nu este posibilă fără un sistem constituit de cunoștințe și priceperi practice speciale.

Autoarea include între problemele practice pe cele tehnice creative (problemele constructiv-tehnice de proiectare și de raționalizare a tehnologiei), precum și pe cele necreative, obișnuite: planificarea și organizarea muncii, controlul și reglarea proceselor de muncă ș.a.

Obiectul analizei îl constituie în principal problemele de tipul al doilea. V. V. Cebîșeva le relevă și particularitățile: „... apariția lor în procesul activității; necesitatea de a surprinde această apariție în funcție de condițiile prezente" (*idem*, p. 226).

Problemele practice, autoarea le subîmparte în două tipuri. În primul rînd, problemele de diagnostic: „Pe baza ansamblului indicatorilor care sînt consecințe ale anumitor cauze, se stabilește — dintr-o mulțime posibilă — acea mulțime care corespunde asocierii respective de indicatori"; în al doilea rînd, problemele de prognoză — „în determinarea unor consecințe posibile prin alegerea măsurilor, atunci cînd e necesar ca din cîteva rezolvări posibile să fie aleasă cea care este optimă pentru ansamblul de condiții dat" (*idem*, p. 228).

Adesea, aceste două tipuri de probleme sînt grupate de fapt într-o activitate unitară, ca și cum ar constitui două etape ale ei: definirea cauzelor deficienței și înlăturarea lor sau definirea cauzelor rebutului și alegerea măsurilor necesare înlăturării acestuia.

V. V. Cebîșeva nu discută despre gîndirea tehnică ca despre o problemă specială, deși din context se deduce că gîndirea tehnică este, după opinia sa, un proces de rezolvare a problemelor creative (constructive) tehnice, precum și a acelora care impun utilizarea, aplicarea cunoștințelor tehnice generale și a unor cunoștințe teoretice. „Cu toată importanța neîndoielnică a gîndirii tehnice — scrie autoarea —, în munca acelora care au de-a face cu tehnica, ea nu reprezintă unica formă de gîndire. Gîndirea practică a muncitorului se distinge în primul rînd prin varietatea problemelor ce apar în procesul muncii" (*idem*, p. 222).

Din punctul nostru de vedere, gîndirea tehnică nu are neapărat un caracter constructiv, creator. Procesul de rezolvare a multor probleme tehnice, de pildă, a problemelor în care se utilizează reprezentări schematice sau a problemelor legate de operarea cu imaginile obiectelor (cum arătam în capitolul II), nu duce la obținerea de rezultate noi. Totuși structura acestor probleme este destul de complexă, iar procesul rezolvării îl confruntă pe om cu un șir întreg de dificultăți. Aici avem de-a face, dacă ne putem exprima astfel, cu o gîndire obișnuită, și nu cu una creatoare. Dar și aceasta presupune însușirea de cunoștințe speciale, priceperea de a le utiliza, de a opera cu ele. Menționăm, de asemenea, că multe dintre problemele pe care autoarea le consideră pur „practice" presupun, de fapt, utilizarea de cunoștințe, formularea de ipoteze și probarea lor, solicitînd prin aceasta o activitate teoretică. De fapt, problemele tehnico-diagnostice se limitează în procesul muncii doar la însușirea unor „algoritmi de explorare"? Nu implică, oare, și cunoștințe temeinice de tehnică, priceperea de a aplica aceste cunoștințe în practică ș.a.m.d.? Rezolvarea de probleme tehnice și productiv-tehnice nu presupune „evidențierea unor rezolvări posibile în ansamblul de condiții dat și alegera uneia optime?" (*idem* p. 223). Iar soluția multora dintre problemele tehnice nu se realizează apoi practic?[66]

Firește că aici nu este vorba de termeni. Important rămîne faptul că lucrarea autoarei V. V. Cebîșeva conține un material ce caracterizează particularitățile unor probleme tipice pentru producția modernă. Faptul că noi considerăm tehnice multe dintre aceste probleme și că V. V. Cebîșeva le consideră practice nu are prea mare importanță, dacă selecția propriu-zisă a problemelor este corectă. Cu mult mai importantă rămîne, dincolo de descrierea particularităților problemelor ca atare, relevarea specificului activității de gîndire în procesul rezolvării lor, surprinderea componentelor psihologice ale acestei activități.

Cercetarea procesului de rezolvare a problemelor tehnice nu a mai fost legată obligatoriu în ultimii ani de problema gîndirii practice. Există însă și alte moduri de a aborda acest aspect (G. Frankevici, 1965, 1967; E. Franus, 1966, 1967, 1969; H. Keiser 1965; W. Keiser, 1962; B. Kraak, 1961; E. Messner, 1968 ș.a.).

H. Keiser (culegerea *Probleme de pedagogie a instruirii profesionale*, 1958, 1965) relevă că gîndirea tehnică nu are nevoie de operații intelectuale speciale. „Particularitatea gîndirii tehnice constă

[66] După părerea autoarei, alegerea rezolvărilor și realizarea lor practică ține de particularitățile fundamentale ale problemelor practice.

în faptul că ea se include în activitatea practică de producție și se realizează plecînd de la condițiile reale ale acestei activități" (*idem*, 1958, p. 48). Ultimul aspect (considerarea condițiilor reale ale tehnicii și ale producției) este extrem de important, în cazul în care încorporarea rezolvării unei probleme tehnice în procesul muncii nu constituie, după părerea noastră, un factor determinant. În unele cazuri poate fi așa, în altele nu.

În funcție de conținutul muncii profesionale, H. Keiser deosebește trei forme de gîndire tehnică: „constructivă", „funcțională" și „economică".

Gîndirea constructivă, așa cum rezultă din lucrare, se realizează în cursul rezolvării problemelor constructive. Dar aceasta nu este, negreșit, gîndirea constructorului. Autorul are în vedere înțelegerea de către muncitor a cerințelor cu caracter constructiv și transpunerea lor în practică; el are de asemenea în vedere ajutorul oferit constructorului la definitivarea soluțiilor constructive, prin luarea în considerație a cerințelor tehnologice și de exploatare.

Gîndirea funcțională este îndreptată spre stabilirea dependențelor funcționale dintre procesele accesibile vederii, ce se produc, de pildă, într-o mașină, și procesele inaccesibile vederii, cum sînt cele fizice, chimice, electrotehnice sau altele, care au loc în afara cîmpului vizual.

Dacă pentru dezvoltarea gîndirii constructive este necesară priceperea de a răspunde la întrebarea: „de ce?", în schimb, gîndirea funcțională cere răspunsuri la întrebările de tipul: „cum"?.

În felul acesta, dezvoltarea gîndirii funcționale duce la înțelegerea corectă a legităților tehnice și la stabilirea relațiilor cauzale între procesele și fenomenele tehnice.

Gîndirea economică inventariază caracteristicile constructive ale unui utilaj, specificul procesului tehnologic din punctul de vedere al economicității lor. Acest fapt se exprimă prin priceperea de a „găsi modalitățile economice cele mai eficiente și oportune pentru realizarea muncii respective, avînd în vedere procesul de fabricare, metodele de muncă, folosirea materialelor și organizarea producției". (Culegerea *Probleme de pedagogie profesională*, 1958, p. 54.)

H. Keiser subliniază relația dintre gîndirea constructivă, funcțională și economică. „Divizarea noțiunii de «gîndire tehnică» în diferitele ei varietăți are ca scop doar analiza caracteristicilor specifice acestui domeniu al gîndirii" *(idem)*. W. Keiser explică specificul gîndirii tehnice într-un mod foarte apropiat de cel pe care l-am prezentat mai sus. El distinge o gîndire științifico-organizatorică, o gîndire operativă, funcțională și constructivă (1962).

În această lucrare, ca și în altele publicate de H. Keiser, W. Keiser (1965, 1962) și de W. Lange (1965), se subliniază că dezvoltarea gîndirii tehnice constituie „o problemă fundamentală pentru învățămîntul politehnic" (1965, p. 52).

Este recunoscut faptul că gîndirea tehnică își are structura sa specifică, dezvoltarea acesteia antrenînd după sine formarea capacităților tehnice. Astfel, în aceste cercetări autorii nu caută să deducă noțiunea de gîndire tehnică din concepția asupra gîndirii practice. În fond, diferitele varietăți de gîndire tehnică menționate sînt tipuri fundamentale (ce-i drept, considerate într-o formă foarte generală) de probleme tehnice, spre a căror rezolvare trebuie, de fapt, să se îndrepte activitatea gîndirii.

W. Lange (1965) împarte întreaga activitate tehnică în două tipuri fundamentale. Dacă modalitatea de îndeplinire a activității constă dintr-un sistem de componente (acțiuni, operații) ale acesteia, repetabile, atunci intervine primul tip de activitate tehnică. Există o schemă de activitate, fixată odată pentru totdeauna. Dacă însă modalitatea de îndeplinire constă „dintr-o succesiune unică", imanentă fiecărei rezolvări creatoare a problemei, atunci, după opinia autorului, este prezent cel de-al doilea tip de gîndire.

Potrivit celor arătate mai sus, se poate, după cît se pare, diferenția o gîndire tehnică obișnuită (reproductivă) și o gîndire tehnică creatoare (productivă). Firește, o astfel de diferențiere este întrucîtva convențională, deoarece elementele unui tip sau ale altui tip de gîndire pot fi asociate în rezolvarea diverselor probleme tehnice.

Din punctul nostru de vedere, un asemenea mod de abordare nu limitează gîndirea tehnică exclusiv la alcătuirea și rezolvarea independentă a problemelor, la utilizarea cunoștințelor tehnice în practică, la efectuarea lucrărilor de proiectare-construcție ș.a.m.d. Gîndirea tehnică trebuie înfățișată în întreaga diversitate reală a problemelor ei.

W. Lange nu dezvăluie structura psihologică a gîndirii tehnice, deși găsim la el unele abordări în acest sens. Astfel, sînt analizate destul de amănunțit „acțiunile mintale și material-obiectuale" (*idem*, p. 63), în cursul rezolvării problemelor tehnice.

Pornind de la analiza de mai sus a gîndirii tehnice, într-o serie de lucrări se pune problema formării ei prin învățarea sistematică a rezolvării unor sisteme de probleme special selectate (cercetările efectuate de H. Frankevici, F. Lichtenekker, 1965). Printre aceste probleme se consideră, de pildă, cele care implică recunoașterea relațiilor dintre structura și funcția sistemului tehnic, a interacțiunii dintre starea inițială, cea de trecere și cea finală a obiectului

supus transformării, recunoașterea relațiilor dintre cauză și acțiune, a relațiilor dintre mijloacele și scopul acțiunii.

Este ușor de observat că un atare sistem de probleme permite, neîndoielnic, dezvoltarea în primul rînd a „gîndirii funcționale", la baza căreia se află stabilirea de relații de tip cauzal.

O altă abordare a problemei investigării gîndirii tehnice se sprijină pe stabilirea anumitor corelații între inteligența tehnică (exprimată prin performanța realizată în rezolvarea unor probleme corespunzătoare) și alte funcții și fenomene psihice legate de aceasta. În acest sens există destule cercetări consacrate problemei interrelației dintre inteligența tehnică și reprezentările spațiale (R. Amthauer, 1953; H. Hilderbrandt, 1965; B. Kraak, 1961).

O serie de experimente atestă că persoanele instruite din punct de vedere tehnic descifrează mai bine „transformările spațiale ale obiectelor" (R. Amthauer, 1953), decît „grupul subiecților netehnici", deși ambele grupuri sînt egale în ceea ce privește dezvoltarea intelectuală generală.

Totuși, potrivit argumentării lui B. Kraak (1961), o legătură nemijlocită între „performanțele reușitei spațiale și tehnice" poate fi dovedită numai prin cercetările bazate pe analiza factorială. Examinînd o serie de lucrări desfășurate mai de mult, autorul a constatat că datele obținute sînt eterogene. Unii cercetători identifică un factor de grup „spațial-practic-tehnic", iar alții nu.

P. Vernon (cit. după B. Kraak, 1961) indică rezultate care dezamăgesc și care au fost descoperite cu ocazia selecției mecanicilor pentru armata britanică, prin teste de reprezentare spațială. Totodată s-au obținut rezultate mulțumitoare cu teste de cunoștințe tehnice.

B. Kraak (1961) a efectuat cercetări experimentale speciale cu 153 de subiecți în vîrstă de 14—18 ani (elevi ai unor școli și instituții de învățămînt profesional), propunîndu-și să urmărească dacă există o legătură între diferitele feluri de „capacități" de gîndire spațială (reprezentări spațiale) și „capacitatea" de înțelegere tehnică (gîndire tehnică). S-au folosit cinci teste de gîndire tehnică, cinci teste de reprezentare spațială și două teste de „inteligență generală" (analogii verbale și serii de numere). Materialul a fost prelucrat prin analiza erorilor, analiza factorială și stabilirea tabelelor de corelații.

Rezultatele au fost următoarele: trei teste tehnice nu au sau aproape nu au legătură cu testele de reprezentare spațială, corelînd însă înalt cu testele verbale și de calcul; totuși, două teste tehnice, care solicită operarea cu sensuri ale mișcării și cu forțe de acțiune,

au multe elemente comune cu două teste spațiale, care solicită, de asemenea, aceste operații.

Este limpede că această cercetare, ca și cele anterioare, nu a oferit un răspuns direct și univoc la întrebarea: „Există oare o legătură directă între gîndire și reprezentarea spațială în rezolvarea de probleme?"[67]. După părerea noastră, această cercetare nu poate oferi un răspuns. Aici, un mare rol revine selecției problemelor.

Opinăm că nu este întîmplător faptul că au apărut corelații între testele de „reprezentare" a sensului mișcării și a forțelor de acțiune și testele corespunzătoare de înțelegere tehnică. Aceste date sînt pe deplin concordante cu punctul nostru de vedere, potrivit căruia există diferite forme de reprezentări spațiale, fiecare îndeplinind un rol distinct în cursul rezolvării de probleme tehnice. Sarcina constă în stabilirea acelor laturi ale reprezentărilor spațiale care intră într-o relație directă cu componentele logico-noționale ale rezolvării problemelor tehnice. Dacă o asemenea problemă va fi rezolvată, evenimentul ar putea ridica o parte din vălul ce acoperă structura psihologică a gîndirii tehnice și în acest mod ar putea apărea temeiul pentru o selecție corectă a testelor.

Trebuie recunoscut totodată faptul că cercetările testologice presupunînd aplicarea analizei factoriale, așa cum corect remarcă V. D. Nebîlițin, în sinteza sa asupra lucrărilor privind structura intelectului (1961, a), arată că intelectul nu are un specific general (comun) unitar. „Testele aplicate în studiul capacităților generale adesea nu corelează între ele sau dau o corelație slabă.

Intelectul apare ca „dezintegrat" într-un număr nedefinit de „subintelecte", fiecare dintre acestea asigurînd îndeplinirea unui grup de operații intelectuale, „fără să răspundă însă de celelalte" (*idem*, p. 169).

Aproape că nu există cercetări experimentale care să fi supus unei examinări analitice dependența reușitei, în rezolvarea problemelor tehnice sau productiv-tehnice, de trăsăturile personalității, de particularitățile individuale și de vîrstă ale omului. Între altele, o serie de lucrări susțin necesitatea considerării acestor componente în structura complexă a activității tehnice (A. A. Smirnov, 1961; K. K. Platonov, 1960; N. D. Levitov, 1958, 1963, 1964).

Totuși, în ultima vreme, atenția acordată acestui aspect al problemei a început, după cît se pare, să crească. Astfel, cercetarea experimentală efectuată de I. I. Gozman (1964; 1965) a fost consacrată raportării nivelului de dezvoltare a gîndirii tehnice la unele

[67] Aici nu supunem examinării legătura cu „inteligența generală", întrucît cele două teste efectuate oferă prea multe motive de critică.

particularităţi individuale ale personalităţii, care se manifestă în „semnificaţia gîndirii tehnice" şi în interese.

Autorul ajunge la următoarea concluzie: un bun nivel de dezvoltare a gîndirii tehnice coincide, în principiu, cu prezenţa intereselor tehnice; această coincidenţă se afirmă în modul cel mai evident prin „prezenţa semnificaţiei gîndirii tehnice" (1965, p. 227). Totodată, autorul formulează şi concluzia privind faptul că atît formarea anumitor însuşiri de personalitate, cît şi nivelul dezvoltării gîndirii tehnice depind de fondul acumulat de cunoştinţe tehnice şi de metodele de însuşire a acestora.

Şi în cercetarea aceasta a fost aplicat un sistem de probleme tehnice, în principal cu caracter constructiv, cu prezentarea analizei rezolvării lor. Din păcate, analiza are adesea un „caracter particular", adică sînt analizate particularităţile concrete ale rezolvării fiecărei probleme în parte, fără o suficientă extrapolare asupra celorlalte. Merită subliniat faptul că aici, spre deosebire de majoritatea cercetărilor străine, se oferă o analiză calitativă a rezolvării problemelor. Cu toate acestea, relevarea nivelului gîndirii şi a trăsăturilor personalităţii cu ajutorul unor probleme-test se poate justifica numai atunci cînd natura internă a funcţiilor şi însuşirilor respective va fi dezvăluită.

Subliniind în mod întemeiat posibilitatea investigaţiilor cu teste şi a standardizării condiţiilor acestora, B. M. Teplov (1963) indică necesitatea prelucrării statistice a datelor astfel obţinute. În acelaşi timp, el avertizează şi asupra faptului că sistemul investigaţiilor cu teste poate deseori să apară ca nefundamentat din punct de vedere ştiinţific. „Dacă nu ne este clar sensul fiziologic sau psihologic al investigării, dacă această investigare este o «încercare oarbă», atunci nici un fel de prelucrare statistică a unei aplicări în masă a operaţiei de testare, oricît de complexă şi ingenioasă ar fi, nu ne procură rezultate precise sub aspect ştiinţific" (*idem*, p. 5).

Prin urmare, deşi s-a structurat necesitatea studierii gîndirii tehnice ca o poziţie care nu mai constituie aproape pentru nimeni un subiect de dispută, totuşi elaborarea teoretică şi experimentală a problemei este încă insuficientă.

După cît se pare, cercetarea acestei complexe probleme poate fi realizată pe două planuri. Se impune dezvăluirea (şi lucrul acesta este cel mai important) conţinutului psihologic intern al componentelor gîndirii tehnice, a interrelaţiei şi interacţiunii dintre ele. Aceasta este problema structurii psihologice a gîndirii tehnice. În continuare, bazîndu-ne pe analiza structurii gîndirii tehnice, putem dezvălui particularităţile laturii sale procesuale. Aceasta este problema etapelor activităţii de gîndire[68], a particularităţilor planificării ei, a reglării şi controlului, o problemă care priveşte metodele de obţinere şi prelucrare a informaţiei tehnice şi de alegere a strategiilor rezolvării. O importanţă considerabilă revine aici cercetării factorilor obiectivi şi subiectivi care exercită o influenţă esenţială asupra procesului rezolvării: conţinutul problemei şi sistemul aferent de instructaje, atitudinea faţă de problemă şi aspectele sferei afectiv-volitionale a personalităţii, stările psihice ce apar în procesul de rezolvare etc.

În acest context, se pun în discuţie aspectele diferenţelor individuale în activitatea de gîndire, precum şi ale capacităţilor tehnice. Problema acestora din urmă nu poate fi soluţionată în mod corect atîta vreme cît nu este descrisă structura inteligenţei tehnice. Numai o analiză calitativă a acesteia va permite apropierea de soluţia aşteptată, deoarece o inteligenţă tehnică formată constituie baza necesară pentru dezvoltarea capacităţilor tehnice.

Nu mai puţin importantă este şi studierea particularităţilor de vîrstă. Aici pe primul loc trebuie să se situeze studiul posibilităţilor formării cunoştinţelor tehnice şi a gîndirii tehnice la diferite vîrste. Există temeiuri pentru a presupune că o instruire eficientă privind bazele tehnicii şi procedeele de rezolvare a problemelor tehnice poate şi trebuie să înceapă mult mai devreme decît se face şi se recomandă să se facă în prezent.

Un aspect extrem de interesant îl constituie analiza comparativă a unor forme specifice de gîndire cum sînt: gîndirea literară, cea matematică[69], cea tehnică. Compararea structurii şi procesului de desfăşurare a acestor forme ale activităţii gîndirii poate aduce multe clarificări referitoare la natura fiecăreia dintre ele.

Deocamdată, nu dispunem de date fundamentate pentru a vorbi despre o memorie tehnică. Observaţiile arată însă că în activitatea profesional-tehnică se formează o direcţionare, o selectivitate mnemică şi poate chiar o formă deosebită de memorie. Această presupunere îşi reclamă, firesc, verificarea experimentală.

În sfîrşit, de o mare însemnătate pentru învăţare este elabora-

[68] Noi nu împărtăşim punctul de vedere potrivit căruia caracterizarea etapelor constituie „studiul laturii nepsihologice" a gîndirii tehnice (N. D. Levitov, 1958, p. 40). Problema, de fapt, e alta: ce fel de caracterizare este aceasta? O caracterizare pur exterioară în raport cu subiectul sau sprijinită pe analiza structurii interne a activităţii sale?

[69] În ultima vreme au apărut o serie de cercetări fundamentale cu privire la aceste domenii (M. Arnaudov, 1970; V. A. Krutetşki 1967; P. N. Medvedev, 1960; O. I. Nikiforova, 1969).

rea aspectelor speciale privind condiţiile formării şi căile dezvoltării gîndirii tehnice.

Sfera problematică conturată reprezintă de fapt un program (evident, incomplet) de cercetări în acest domeniu atît de vast. Programul respectiv poate fi realizat pe trepte de instruire diferite şi în cadrul diferitelor sisteme existente (şcoală, învăţămînt profesional şi tehnic, producţie). Rezultatele pot fi lărgite dacă vom avea în vedere şi analiza activităţii profesionale a inginerilor, tehnicienilor şi muncitorilor care lucrează în cele mai reprezentative profesiuni şi a căror măiestrie atinge niveluri diferite.

2. COMPONENTELE GÎNDIRII TEHNICE ŞI UNITATEA STRUCTURII LOR

Factorii care determină specificul gîndirii tehnice

Analiza datelor experimentale şi a surselor bibliografice efectuată mai sus ne permite acum să stăruim asupra cîtorva probleme teoretice privind gîndirea tehnică. Pentru acestea vom recurge în bună măsură la datele cercetărilor desfăşurate de colaboratorii laboratorului nostru — Laboratorul de psihologie a instruirii politehnice şi prin muncă din cadrul Institutului de psihologie generală şi pedagogică al Academiei de Ştiinţe Pedagogice a U.R.S.S.

Structura gîndirii tehnice poate fi studiată numai prin concentrarea preocupărilor asupra analizei materialului tehnic propriu-zis, asupra specificului obiectelor tehnice şi a noţiunilor tehnice, asupra particularităţilor problemelor tehnice şi productiv-tehnice[70] ca atare, asupra analizei condiţiilor şi procesului rezolvării lor. Aceasta este teza de la care plecăm.

Avem în vedere faptul că particularităţile însesi ale conţinutului materialului tehnic (ale obiectului activităţii) determină în mare măsură şi specificul gîndirii, modul de acţiune cu acest material (al subiectului activităţii). Se produce o dezvoltare preponderentă a anumitor laturi ale gîndirii, o anumită structurare a componentelor ei.

Bineînţeles, aceasta nu înseamnă că gîndirea tehnică se defineşte ca o entitate de excepţie, că ea nu are nimic comun cu celelalte forme de activitate intelectuală — cu gîndirea scriitorului sau a savantului, a matematicianului sau biologului ş.a.m.d. La originile, în fundamentele ei, gîndirea tehnică este tot o cunoaştere generalizată şi mijlocită a realităţii, ca oricare altă formă a activităţii de gîndire a omului. Ca şi în celelalte cazuri, gîndirea tehnică se realizează în procesul rezolvării de probleme. Ea poate fi sau reproductivă, sau productivă, sau poate îmbina elemente de ambele feluri.

Totuşi, unele laturi ale gîndirii (în principal, o anumită direcţionare, particularităţile structurale legate de caracteristicile sale psihologice interne, calităţile intelectului) îşi află o dezvoltare precumpănitoare şi se afirmă în mod distinct în rezolvarea de probleme productiv-tehnice, tot aşa cum alte laturi nu se dezvoltă şi nu se manifestă, în acelaşi grad, în condiţiile amintite.

Am mai avut prilejul să remarcăm faptul că şi problema tehnică îşi are natura sa specifică. Să comparăm, de pildă, problemele cognitive obişnuite (care se folosesc, să spunem, în procesul instructiv-pedagogic, în cursul însuşirii de către elevi a cunoştinţelor de ştiinţele naturii, de matematică, de fizică, de chimie ş.a.) cu numeroasele probleme tehnice (utilizate în cursul instruirii profesional-tehnice şi politehnice sau chiar în procesul activităţii productive propriu-zise).

În cazul problemelor din prima categorie, acestea, de regulă, conţin toate datele necesare şi suficiente pentru efectuarea corectă a temei. Firește că procesul de operare cu asemenea date poate fi foarte complex, solicitînd individului multă inventivitate şi eforturi intelectuale importante. Cu toate acestea, problema poate fi şi trebuie să fie rezolvată, fapt ce îi este clar omului de la bun început. Iar dacă soluţia întîrzie să se contureze, vina o poartă numai rezolvitorul care nu a folosit probabil toate datele sau nu le-a aşezat într-o relaţie corespunzătoare etc. În cazul multora dintre problemele tehnice, datele respective sînt cu totul insuficiente sau deseori pur şi simplu lipsesc. Alteori, aceste date prisosesc.

Aşadar, problema tehnică este o problemă caracterizată printr-un anumit grad de nedeterminare a domeniului de căutare. Astfel se prezintă multe dintre problemele de construcţie, tehnice, de inovaţie etc.

De pildă, într-o problemă de proiectare-construcţie, adesea se indică numai scopul şi funcţia instalaţiei tehnice solicitate, în timp ce datele nu sînt definite în nici un fel. Deşi cerinţele generale privind instalaţia sînt formulate, totuşi ele nu conţin date a căror utilizare să ducă la rezolvarea problemei. Pentru a îndeplini o atare sarcină, trebuie stabilit mai întîi domeniul tehnic şi de producţie

[70] Termenul de „problemă tehnică" îl folosim într-un sens foarte larg. Aceasta este o problemă legată de rezolvarea unor sarcini tehnice sau productiv-tehnice şi, în consecinţă, de operarea cu ansamblul cunoştinţelor, priceperilor, deprinderilor din sfera tehnicii şi producţiei.

din care să fie selectate datele necesare, trebuie definit principiul de funcţionare a instalaţiei şi modul ei specific de lucru, trebuie găsite mijloacele tehnice corespunzătoare pentru obiectul ce urmează a fi construit ş.a.m.d.

Să presupunem că pentru linia automată a unei instalaţii ce se proiectează este necesară construirea mecanismului de deplasare automată a diferitelor materiale din colector în zona de prelucrare.

În cazul acestei probleme, pot fi strict determinate doar următoarele: scopul final al mecanismului, datele privind materialul care trebuie deplasat (gabaritul şi amplasarea iniţială în colector) şi poziţia materialului după deplasarea lui în zona de prelucrare.

Analiza ulterioară a conţinutului acestei sarcini arată că pentru efectuarea deplasării respective a materialului din colector în zona de prelucrare pot fi utilizate cele mai diferite sisteme tehnice: mecanic, electromecanic, pneumatic, hidraulic ş.a. Astfel, pentru soluţionarea problemei respective, datele iniţiale ale sistemului instalaţiei nu sînt prescrise. De aceea, condiţia preliminară, definitorie, pentru prima etapă a rezolvării problemei, este alegerea sistemului de mecanism ca atare, care ar răspunde în modul cel mai satisfăcător specificului concret de lucru al instalaţiei.

Mai departe, orice sistem tehnic (în cazul menţionat, sistemul pe care l-am ales) se pretează la variate soluţii constructive. Dar nici acum prin datele iniţiale nu se prevede ce soluţie constructivă trebuie adoptată ca bază pentru cazul nostru. De aici decurge cu necesitate sarcina definirii domeniului de căutare, precum şi sarcina de a realiza căutarea unei soluţii constructive care să fie acceptabilă pentru sistem.

Astfel, dacă dintr-un şir de sisteme tehnice este ales sistemul mecanic, atunci sarcina transportării materialului poate fi îndeplinită fie prin intermediul unui alimentator cu mişcare alternativă de translaţie, cu mişcare de legănare, cu mişcare de rotaţie, fie prin alte mişcări mult mai complexe. Asemenea soluţii constructive sînt utilizate frecvent. Totuşi pot apărea şi alte proiecte originale.

Să nu ne imaginăm însă că aceste particularităţi sînt proprii doar problemelor constructive. De aceea vom supune examinării cazul unei probleme tehnologice.

Se ştie că suprafeţele unor piese pot fi prelucrate pe strunguri cu destinaţie diferită. Mai mult, chiar pe acelaşi strung, prelucrarea suprafeţelor se poate executa prin cîteva procedee. De pildă, prelucrarea suprafeţelor exterioare de filetare se poate efectua la strungurile universale, la maşinile de frezat, de găurit, de filetat, la

maşinile de rectificat filet[71] ş.a. Pe de altă parte, numai la unul dintre aceste utilaje, cum ar fi, de pildă, strungul universal, filetarea se poate realiza prin mai multe procedee: cu cuţite, cu bacul de filetat, cu piepteni de filetat, cu role de zimţuit (de moletare), cu cap de turbionare. Alegerea procedeului raţional de prelucrare a anumitor suprafeţe constituie una dintre verigile esenţiale ale sarcinii generale: construcţia procesului tehnologic.

În cazul problemei legate de modul de prelucrare a suprafeţelor, sfera datelor este adeseori foarte limitată: se stabilesc cerinţele tehnice ale piesei, dimensiunile ei, cantitatea de bucăţi într-un lot. Mijloacele şi procedeele realizării sarcinii de prelucrare a suprafeţelor nu sînt definite prin datele iniţiale. Ele pot fi aflate dacă se procedează la analiza tuturor modurilor de prelucrare existente, dacă se evidenţiază eficacitatea lor calitativă şi concordanţa dintre posibilităţile tehnologice respective şi datele referitoare la specificul cerinţelor tehnice ale piesei. Ca şi în cazul precedent, şi aici pot apărea soluţii complet noi, originale: prelucrarea suprafeţelor prin electroeroziune, prin ultrasunete etc.

O altă particularitate importantă a problemelor tehnice şi productiv-tehnice constă în existenţa unei varietăţi de soluţii posibile. Cele două particularităţi amintite sînt strîns legate între ele. De fapt, atîta vreme cît condiţiile concrete ale problemei mai trebuie încă formulate, iar alegerea domeniului tehnic în care se efectuează căutările poate fi variată, cu atît mai mult este de presupus că modul de soluţionare a problemei generale se va prezenta sub cîteva variante. Un exemplu în acest sens îl oferă istoria ideilor inovatoare. Aici, rezolvarea aceleiaşi probleme generale se realizează adesea pe căi diferite, pentru „construcţie" folosindu-se în ultimă instanţă o variantă mai mult sau mai puţin simplă şi eficientă din punct de vedere economic.

Istoria gîndirii inovative demonstrează în mod concret că multe dintre invenţiile cele mai remarcabile nu reprezintă rezultatul creaţiei unei singure persoane. Invenţiile realizate de Stevenson, Fulton, Watt, Edison, Popov constituie doar nişte ultime pagini, pline de strălucire, ale unei opere uriaşe de laborioase căutări, de descoperiri şi decepţii. Ele sînt momentele desăvîrşirii unui lung şir de invenţii ce le-au precedat şi în care au fost făcute încercări de soluţionare, pe diverse căi (nu întotdeauna însă reuşite), a aceleiaşi probleme.

[71] Această ultimă situaţie — posibilitatea de a rezolva problema sau de a efectua sarcina prin procedee diferite — trebuie subliniată în mod deosebit. Aşa cum arătam în capitolul I, ea este foarte importantă pentru reuşita rezolvării problemelor constructive (creatoare).

Este remarcabilă disputa unuia dintre primii mecanici și hidrotehnicieni ruși — Kuzima Frolov — cu Ivan Polzunov, cunoscut inventator rus, creatorul mașinii cu aburi.

Frolov s-a străduit să creeze adevărate stații hidrodinamice subterane. În scopul transportului hidromecanic al minereului, el a construit instalații tehnice, grandioase pentru vremea respectivă. Totuși Polzunov, recunoscînd meritul în domeniul inventivității și măiestria colegului său, în disputele cu acesta susținea că trebuie aleasă o cale nouă: nu prin sporirea dimensiunii mașinilor, ci printr-un alt mod de construcție, prin realizarea unui alt principiu de acționare.

Nu este nevoie să argumentăm în mod special faptul că producția modernă oferă numeroase exemple de soluționare a aceleiași probleme tehnice prin procedee diferite.

Se pune totuși întrebarea: „Prin ce se explică aceste două particularități ale problemelor tehnice (considerate, desigur, într-o formă ideală)[72]: prin relativa nedeterminare a domeniului de căutare și posibilitatea soluționării pe diferite căi (mulțimea de variante a soluțiilor)?". Cele două particularități oferă rezolvitorului problemei un cîmp foarte vast de acțiune, posibilitatea de a acționa în diverse direcții și de a recurge la mijloace variate.

Amploarea cîmpului de activitate este legată, în ultimă instanță, de însești obiectele activității, considerate în diversitatea însușirilor și a relațiilor pe care le au.

Obiectul material, ca fapt de mediu, ca obiect al cunoașterii și al activității subiectului, este inepuizabil sub raportul caracteristicilor sale. Acțiunile cu acesta atrag în mod necesar actualizarea întregii sfere senzoriomotorii și intelectuale a psihicului uman (chiar și a celei emoționale, într-o măsură importantă).

Se înțelege că munca tehnică nu este omogenă și că există grade diferite de apropiere, a celor care o desfășoară, față de activitatea material-obiectuală nemijlocită: muncitori, ingineri, oameni de știință, deși, în ultimă instanță, munca lor este îndreptată spre nevoile practicii și spre transformarea ei (în sensul larg al cuvîntului).

Tocmai de aceea, problemele tehnice și productiv-tehnice sînt extrem de variate. În cursul rezolvării unei probleme se ivesc altele care o însoțesc, sau apar probleme noi, posibilitatea formulării acestora fiind greu de anticipat. Mai mult decît atît, în cursul rezolvării aceleiași probleme, este posibilă „transformarea" acesteia, care se produce sub influența unei înțelegeri mai profunde a domeniului de activitate material-obiectuală în cadrul căruia are loc activitatea omului.

Înseamnă, oare, că particularitățile materialului tehnic, ale activității tehnice constituie singurii factori care exercită o influență directă asupra activității de gîndire a omului? Firește că nu, dar acești factori — aceste particularități —, cînd celelalte condiții sînt egale, devin definitorii, determinativi pentru activitatea respectivă. Sub influența lor se produce dezvoltarea precumpănitoare a unora sau a altora dintre componentele gîndirii tehnice și se ajunge la structurarea lor într-un sistem unitar.

Procesul însuși al gîndirii tehnice depinde atît de structura sa constitutiv-psihologică, formată sub influența nemijlocită a „realității tehnice", cît și de specificul indicațiilor care însoțesc în mod obligatoriu rezolvarea problemei. La rîndul lor, aceste două aspecte depind de aportul individului la rezolvarea problemei, de calitatea experienței lui în sfera tehnicii și producției.

Gîndirea tehnică — gîndire teoretico-practică

Trecînd la analiza structurii gîndirii tehnice, subliniem în primul rînd unitatea indisolubilă a componentelor teoretice și practice ale activității, unitate ce se realizează în cursul rezolvării de probleme tehnice și productiv-tehnice. Asocierea și interacțiunea permanentă a acțiunilor intelectuale (de gîndire) cu cele practice a fost menționată în repetate rînduri, cînd am analizat specificul rezolvării problemelor constructiv-tehnice și a problemelor ce implică utilizarea de imagini schematice tehnice (vezi capitolele I și II).

Interrelațiile dintre teorie și practică sînt atît de numeroase în cursul rezolvării problemelor productiv-tehnice încît evaluarea exactă a influenței fiecăreia din aceste componente asupra rezultatului final al rezolvării este foarte dificilă, iar în unele cazuri chiar imposibilă.

Tocmai de aceea nu trebuie să acordăm niciodată un credit absolut exactității calculelor proiectiv-constructive, tot așa cum nu trebuie să ne sprijinim pe rezolvările cu caracter speculativ (deși ele pot fi foarte bune dintr-un punct de vedere inițial).

Orice soluție tehnică teoretică se verifică, de regulă, în practică. O mașină nouă, un proces tehnologic nou, un produs nou etc. nu intră în producția de serie fără o prealabilă „punere la punct" (în

[72] Într-o *formă ideală*, pentru că rezolvarea multor probleme, în condițiile producției concrete respective, este adesea predeterminată printr-o sumă anumită a datelor de plecare și a rezolvărilor analoage (obținute, de pildă, în alte întreprinderi sau în situații asemănătoare). Totuși, în interesul instruirii și al acumulării experienței, proces în care se și formează inteligența tehnică, problema tehnică e bine să fie considerată în forma ei ideală.

sensul general al termenului), pe modele experimentale. În acest scop, fiecare întreprindere mare care lansează modele noi dispune de ateliere speciale experimentale. Mai mult, fiecare dispozitiv nou, fiecare unealtă nouă sînt încercate pe piesa experimentală, pentru a cărei prelucrare au fost construite. Şi numai după o verificare practică sub toate aspectele, dispozitivele şi uneltele respective sînt introduse în producţia de serie.

Practica atelierelor exeperimentale ne arată că modelele de probă ale diferitelor fabricate, realizate după proiecte ce se elaborează teoretic extrem de minuţios şi după desene tehnice în continuu verificate, deseori nu satisfac pe deplin exigenţele de care constructorul a ţinut seama în conceperea construcţiei. De regulă, acestea necesită cu obligativitate corectarea, punerea la punct, pe baza rezultatelor verificării experimentale a modelului, şi numai după o asemenea „punere la punct" ele pot fi date, cu o certitudine mai mare sau mai mică în producţie.

Analiza retrospectivă a rezolvării unei probleme tehnice — construirea modelului experimental al strungului 1620 — demonstrează, fără echivoc, interdependenţa şi intercondiţionarea celor două componente ale gîndirii tehnice care fac obiectul examinării noastre.

La strungul 1620 a fost realizat pentru prima oară un mecanism prevăzut pentru mişcarea principală, cu o reglare continuă a vitezelor axului. În acest scop, la mecanismul respectiv a fost utilizat variatorul lui Svetozarov, cunoscut şi pînă atunci şi aplicat cu succes şi în alte ramuri ale construcţiei de maşini, cu gabarite mult reduse.

Aşa cum se întîmplă adesea în cursul fabricării unui model experimental, construcţiei iniţiale a strungului i s-au adus modificări impuse de practica procesului de fabricaţie şi avizare. În sfîrşit, strungul a fost supus la încercări sub sarcină. Atunci s-a descoperit că la turaţii ridicate strungul, deşi dotat cu un motor puternic (13 kW), nu poate executa aşchierea. Puterea strungului era suficientă numai pentru mersul în gol. S-a mai constatat că pentru vitezele mari în formulele de calcul obişnuite şi întocmite anticipat trebuia introdus un coeficient specific. Numai după recalcularea formulelor şi modificarea corespunzătoare a construcţiei, strungul a fost adus la condiţia necesară pentru CTC (controlul tehnic al calităţii).

Caracterul teoretico-practic al gîndirii tehnice, constituind una din particularităţile ei esenţiale, îi impune omului o serie de cerinţe complexe, atît în procesul activităţii productiv-tehnice, cît şi în cursul instruirii politehnice şi profesional-tehnice. Dintre acestea, principala cerinţă exprimată în forma sa cea mai generală este

verificarea teoriei prin practică şi a practicii prin teorie. Este important de subliniat (în concordanţă cu datele pe care le-am analizat înainte) că şi o verificare, şi cealaltă pot să ducă nu numai la confirmarea justeţei rezultatelor obţinute, ci şi la o continuă „mişcare a gîndirii", la formularea de ipoteze noi, la planificarea perspectivelor activităţii ulterioare, la realizarea operaţiilor de transformare pe parcursul rezolvării problemelor. Astfel, dacă în raport cu alte forme ale activităţii de gîndire, considerată în ansamblu sau în anumite etape ale ei, se poate afirma că prevalează fie latura teoretică (abstractă), fie cea practică (intuitiv-acţională), în schimb, în ceea ce priveşte gîndirea tehnică, trebuie evidenţiat faptul că aceasta reprezintă un aliaj compact de acţiuni intelectuale şi practice aflate în interdependenţă şi tranziţie reciprocă.

Cercetările desfăşurate în laboratorul nostru (vezi culegerea *Particularităţile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970) demonstrează că aşa-numitele componente teoretice şi practice ale activităţii se prezintă sub diverse forme. Totodată, între acestea există tranziţii reciproce şi întrepătrunderi.

Ca forme de acţiuni teoretice pot fi considerate: 1) acţiunile îndreptate spre operarea cu noţiuni tehnice cunoscute, care stau la baza înţelegerii; 2) acţiunile îndreptate spre formarea unor noţiuni tehnice noi în relaţie cu cele însuşite anterior, pe baza cărora se constituie un sistem sau altul de cunoştinţe; 3) acţiunile teoretice pe baza cărora se realizează planificarea activităţii viitoare, efectuîndu-se aşa-numitul experiment intelectual şi operaţiile de transformare a situaţiei existente ş.a.m.d. La rîndul lor, toate aceste tipuri de acţiuni teoretice se desfăşoară fie sprijinindu-se pe acţiuni practice ce implică acţiuni obiectuale, fie pe aceleaşi acţiuni practice ce se realizează pe plan imaginativ, mintal.

Aşadar, componentele teoretice ale gîndirii tehnice sînt de natură variată din punctul de vedere al specificului lor psihologic, depinzînd, în primul rînd, de scopul activităţii. Neomogene sînt şi funcţiile acţiunilor practice.

Putem distinge următoarele genuri de acţiuni practice: 1) de execuţie; 2) de încercare-explorare; 3) de control şi control-reglatorii; 4) acţiuni care au ca scop obţinerea de idei şi ipoteze noi sau acţiuni „generatoare" de idei sau ipoteze noi.

Prin urmare, nu există un specific unitar al acţiunilor practice. Particularităţile lor sînt determinate tot de scopul activităţii. Dacă avem în vedere faptul că toate genurile de acţiuni teoretice şi practice pot intra în interacţiuni complexe unele cu altele, atunci tabloul activităţii de gîndire în cursul rezolvării de probleme tehnice şi productiv-tehnice ne apare ca fiind extrem de complicat.

Analiza acestei componente asamblate, de natură teoretico-practică, proprie gîndirii tehnice,[73] relevă o caracteristică a ei diferențiată față de particularitățile ce se identifică de obicei în gîndirea practică și intuitiv-acțională, privită mai ales în perspectivă genetică.

Se știe că analizînd dezvoltarea ontogenetică a omului, cercetătorii au semnalat rolul important al acțiunii practice și, îndeosebi, valoarea acesteia pentru dezvoltarea copiilor în etapele timpurii ale învățării. Fără a minimaliza cît de cît acest rol, am dori totuși să atragem atenția asupra posibilității de dezvoltare a componentei teoretico-practice a gîndirii tehnice la vîrsta micii școlarități.

Unele date pe această temă se găsesc în cercetarea efectuată de E. A. Faraponova (culegerea *Particularitățile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970), care a urmărit două obiective: rezolvarea de către elevii de clasa I a unor probleme, pe de o parte, prin construcție liberă, iar pe de alta, pe bază de condiții date. Utilizînd piese din lemn alese special, diverse, dar abstracte ca formă (cub, paralelipiped etc.), copiii trebuiau să combine diferite mașini de transportat, obiective din domeniul construcțiilor ș.a.m.d.

S-a constatat că și în absența unei instruiri speciale copiii de această vîrstă sînt capabili să rezolve în mod independent probleme constructiv-tehnice elementare; 76% dintre subiecți au rezolvat satisfăcător asemenea sarcini. Dacă avem în vedere faptul că reușita rezolvării acestor probleme presupune fie și un nivel incipient de constituire a sistemului de acțiuni teoretico-practice, atunci urmează să recunoaștem prezența unor posibilități suficient de mari de formare adecvată a elementelor gîndirii tehnice la această vîrstă.

Au fost, de asemenea, descoperite o serie de particularități ale acțiunilor teoretice și practice. În unele cazuri, acțiunile teoretice se caracterizau printr-o anticipare scurtă; prin insuficienta profunzime a noțiunilor, exprimată în considerarea „exclusiv a aspectelor exterioare ale structurii obiectului construit" (*idem*, p. 70), fără înțelegerea deplină a legăturilor și dependențelor funcționale; prin tendința spre o trecere rapidă la acțiuni manipulativ-obiectuale, fără un plan mintal al activității destul de elaborat. Acțiunile practice, așa cum rezultă din cercetare, erau preponderent executive și cu caracter de încercare-căutare, în condițiile unei cantități reduse de acțiuni de control și de acțiuni îndreptate către obținerea unor idei noi.

[73] Asamblate, pentru că ea constituie un sistem unitar ce grupează acțiunile teoretice și practice.

Toate acestea ne dau dreptul să afirmăm că, întrucît chiar la vîrsta școlarității timpurii, copiii zilelor noastre vin în contact permanent cu universul tehnicii și posedă un orizont tehnic destul de larg, ei au suficiente posibilități să-și dezvolte adecvat elementele gîndirii tehnice.

Nu putem fi de acord cu D. N. Uznadze (1942) care afirmă că între 7 și 10 ani copiii nu sînt capabili de o gîndire discursivă în rezolvarea problemelor tehnice. Cu atît mai mult nu putem fi de acord cu concluzia categorică în ceea ce privește faptul că la copiii de această vîrstă „avem de-a face cu un nivel de dezvoltare a gîndirii tehnice care trebuie considerat drept cel mai primitiv și cel mai apropiat de gîndirea antropoidelor lui Köhler". (*idem*, p. 81).

Trebuie subliniat că interacțiunea necesară dintre activitățile teoretice și practice, care reprezintă de fapt esența componentei teoretico-practice a gîndirii tehnice pe care o analizăm, nu se constituie dintr-o dată chiar în procesul instruirii prin muncă (politehnice și profesionale).

Amintim că la vîrsta școlară mare, în cursul rezolvării problemelor constructiv-tehnice complexe, ca și a problemelor în care se utilizează imagini tehnice schematice, la diferite grupuri de subiecți se manifestă o predominare neuniformă a planului teoretic sau al celui practic al activității de gîndire (vezi capitolele I și II). Cercetările efectuate de T. N. Borkova, T. I. Daniușevskaia, R. T. Svercikova, I. V. Tereșkina (culegerile: *Probleme actuale ale perfecționării cunoștințelor și priceperilor politehnice în școala medie*, 1970; *Particularitățile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970 și alte lucrări ale acestor autori) demonstrează prin numeroase date dezacordul dintre acțiunile teoretice și cele practice.

Astfel, în cercetarea sa (culegerea *Particularitățile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970), cercetare consacrată studierii procesului de rezolvare a problemelor de diagnostic tehnic[74], în care subiecții erau adulți (între aceștia fiind ingineri și tehnicieni), R. T. Svercikova pune în evidență cîteva tipuri de astfel de dezacord între caracterul ipotezei privind defecțiunea instalației și acțiunea practică de verificare. Autoarea constată că „nu întotdeauna ipoteza asupra cauzei sau asupra elementului defect este urmată de acțiuni care să corespundă verificării supoziției respective" (*idem*, p. 297). Una dintre formele dezacordului între intenție și acțiune

[74] Pe un model special construit, ce imita condițiile căutării cauzelor care au provocat defecțiunile (la repararea unor instalații mecanice, electrotehnice și radiotehnice).

ne-o explicăm destul de simplu: verificarea directă este îngreuiată, examinarea vizuală nefiind întotdeauna accesibilă. Ca să faci ceva trebuie mai întîi să descifrezi ceva ș.a.m.d. „Depășirea obstacolului nu are, în sine, o legătură directă cu acțiunile diagnostice, deși necesitatea acesteia ascunde în ea mai ales pericolul implicării întîmplătoare a unor defecțiuni suplimentare sau pericolul abaterii de la scop, sub influența particularităților situației intuitive" (*idem*, p. 297).

Trebuie subliniat că aici „conflictul" dintre idee și acțiune se rezolvă în favoarea celei din urmă. Putem observa fenomene similare în rezolvarea de probleme constructiv-tehnice, cînd sub influența particularităților în constituire (într-o anumită etapă a rezolvării) ale situației intuitiv-practice, subiecții își schimbă ideile inițiale. Există și alte cazuri în care acțiunile de control și reglatorii efectuate în scopul verificării ipotezelor formulate provoacă o serie de schimbări neprevăzute, fapt care, la rîndul său, „îi îndepărtează" pe subiecți de la ideile formulate inițial.

R. T. Svercikova distinge și alte tipuri de dezacord între supoziție și acțiune. Astfel, pot apărea „acțiuni pentru orice eventualitate" (*idem*, p. 300), de pildă, în virtutea unei mari accesibilități a efectuării acțiunilor practice. Aceste acțiuni se realizează la fel ca și în cazul explorării după o logică dinainte prevăzută.

În sfîrșit, au fost relevate și relații contradictorii între acțiune și idee: 1) subiectul formulează o ipoteză fermă, care, după părerea sa, nu necesită o verificare, dar care totuși se verifică în permanență; 2) el formulează o ipoteză privind necesitatea verificării, dar care practic nu se verifică.

Întreg acest tablou al dezacordului dintre acțiunile teoretice și practice este însoțit de variate stări psihice care stimulează sau frînează categoric accesul la rezolvarea problemelor de diagnostic tehnic. După cît se pare, aceste stări sînt la rîndul lor generate de caracteristicile obiective ale problemelor a căror rezolvare trebuie să decurgă sub forma „relațiilor corecte" dintre idee și acțiune. Dacă relațiile respective nu s-au constituit așa cum trebuie, una din cauzele acestui fapt rezidă în particularitățile instruirii. Totuși, în fapt, în practica reală, relațiile acestea nu se constituie întotdeauna corect, ceea ce poate avea drept consecință o prevalare nejustificată a uneia din cele două componente ale gîndirii, determinînd, într-o serie de cazuri, situații conflictuale.

În acest fel, inteligența tehnică este un „aliaj" al ideii și acțiunii, prin interdependențele și întrepătrunderile lor.

Luînd în considerație acest aspect, putem fi de acord cu ipoteza emisă de I. V. Tereșkina[75]: „Specificul muncii ... constă, pe lîngă alte particularități, în strînsa interrelație dintre componentele practice și teoretice ale activității, în trecerile permanente din planul practic al activității în cel mintal și invers". Și mai departe: „Rapiditatea și facilitatea trecerii dintr-un plan al activității în celălalt poate servi drept un indicator al dezvoltării intelectuale a elevilor în procesul instruirii prin muncă (culegerea *Particularitățile gîndirii elevilor, în procesul instruirii prin muncă*, p. 82).

Această caracteristică poate indica un nivel sau altul de dezvoltare a gîndirii tehnice. La cele spuse trebuie să mai adăugăm că nu numai ușurința trecerii dintr-un plan al activității în celălalt constituie indicatorul respectiv, ci și capacitatea de a acționa în plan teoretic avîndu-l în vedere pe cel practic, precum și capacitatea de a acționa în plan practic corelîndu-l neîncetat cu planul teoretic.

Se pare, așadar, că orientîndu-ne după componenta grupată a gîndirii tehnice, putem selecta o serie de probleme din diverse domenii profesionale ale muncii, cu ajutorul lor devenind posibilă definirea inițială, de plecare, a unui anumit nivel al formării inteligenței tehnice.

Gîndirea tehnică — gîndire conceptual-figurală

În procesul gîndirii, omul operează cu concepte. Dar chiar atunci cînd el își însușește cunoștințe din domeniul științelor naturii, valoarea imaginii este greu de supraapreciat (de exemplu, rolul ei este important în rezolvarea problemelor de geometrie, fizică și altele). Componenta figurală a activității este esențială în însușirea inițială a unor cunoștințe teoretice, îndeplinind funcția unui suport specific, ușurînd procesul însușirii și concretizînd noțiunea care se formează. Totuși, în rezolvarea multor probleme tehnice (chiar la nivelul formelor superioare de manifestare a inteligenței tehnice), componentele conceptuală și figurală sînt strîns legate, avînd aceeași valoare în procesul general al activității de gîndire. Numai în condițiile stabilirii unei unități armonioase între ele poate fi rezolvată cu succes o problemă productiv-tehnică. Desenul tehnic este limbajul laconic

[75] În cercetările autoarei este analizat procesul rezolvării unor probleme cu caracter constructiv la elevii din clasele IV—VII, în condițiile în care acesta decurge fie numai în plan intelectual, fie numai în plan practic, sau printr-o alegere liberă a procedeului de acțiune.

al tehnicii.[76] Posedînd atributele „universalității" (în sensul de unanim acceptat) și „momentalității" (în sensul „sesizării" și prelucrării rapide a informației strict necesare pe care o conține), desenul tehnic al diferitelor categorii de produse este, în condițiile producției moderne, un cod specific al cerințelor tehnice ce se impun obiectului de executat: forma și precizia admisă; dimensiunile tuturor suprafețelor; precizia admisă a acestor dimensiuni și acuratețea lor ș.a.m.d.

Informațiile privind forma obiectului în ansamblu și a diferitelor suprafețe ale acestuia nu se prezintă prin modele gata elaborate, ci printr-un sistem de semne grafice „abstracte" și linii (prin proiecții, profile, secțiuni, simboluri), din care rezolvitorul problemei trebuie să-și elaboreze singur imaginea obiectului de executat. Chiar în prezența modelului care se execută în cîteva faze de prelucrare (de pildă, prin strunjire și frezare), executantul primei faze, strungarul, pe baza modelului, care are de acum suprafețele prelucrate la freză, trebuie să creeze imaginea piesei ce a trecut aparent numai prin operația de strunjire. Strungarul nu-și va putea executa sarcina în alt fel.

Rezolvarea majorității problemelor tehnice și de producție este în mod obligatoriu însoțită de apariția unui sistem complex de imagini și de operarea cu ele.

Nu poate fi, de pildă, proiectată la strung o reglare complexă fără a crea imaginea piesei ce se realizează în concordanță cu operațiile pentru care este proiectată adaptarea respectivă. Mai mult, dacă la această reglare participă cîteva instrumente, trebuie proiectate cîteva imagini ale produsului, ce apar după prelucrarea lui cu fiecare instrument sau cu un grup de instrumente, dacă acestea acționează concomitent.

Să examinăm, de exemplu, proiectul unei reglări pentru operațiile următoare: strunjirea frontală, strunjirea suprafeței cilindrice ⌀ 51 mm, fasonarea canelurilor, teșirea marginilor. În vederea realizării unei reglări este necesar să ne reprezentăm la început piesa strunjită frontal și poziția reglării cu două cuțite, situată pe portcuțitul posterior, precum și poziția ei în raport cu cuțitul fixat în portcuțitul principal. Este necesar să ne reprezentăm, de asemenea, poziția corespunzătoare a cuțitelor în portcuțitul posterior. Mai departe, trebuie să ne reprezentăm piesa prelucrată prin strunjire la exterior ⌀ 51 mm și amplasarea reciprocă a cuțitelor de tăiere în

76 Firește că nu numai desenul tehnic, ci și orice altă formă cu caracter intuitiv. Această formulare aproape axiomatică subliniază cît se poate de bine rolul important al mijloacelor de reprezentare grafică în tehnică.

momentul strunjirii acestei suprafețe. Apoi trebuie imaginată piesa cu canelura fasonată și cu teșitura executată, precum și poziția relativă a cuțitelor la finele prelucrării. În sfîrșit, trebuie imaginată poziția limitatorului care asigură toate dimensiunile de bază.

În acest fel, în cursul rezolvării problemelor tehnice și productiv-tehnice avem de-a face cu imagini complexe ca structură, cu corelări și dependențe spațiale. Aceste imagini, după cum reiese din exemplul precedent, se află într-o interacțiune și restructurare nemijlocită, adică în dinamică.

Componenta figurală a gîndirii tehnice se poate manifesta prin două forme sau prin asocierile acestora. Mai întîi, în rezolvarea unei serii de probleme este necesară actualizarea reprezentărilor memoriei sau apariția reprezentărilor imaginației. În al doilea rînd, într-un număr foarte mare de cazuri (dacă nu în majoritatea lor) este necesară elaborarea imaginii obiectelor pe baza perceperii lor. Această împărțire nu vizează complexitatea cerințelor adresate subiectului într-un caz sau în altul. Știm că adesea citirea schemelor (pe baza unor reprezentări grafice date) nu este nicidecum o activitate mai simplă decît operarea cu imaginea unei construcții relativ simple, creată din nou. Și într-un caz, și în celălalt, omul este nevoit adesea să elaboreze imagini spațiale dinamice, modificîndu-le și reconstruindu-le. În cursul îndeplinirii unei sarcini productiv-tehnice apare un întreg sistem de imagini „intermediare". În sfîrșit, toată această structură complexă de reprezentări și dependențe spațiale este parcă „adaptată" de către subiect pentru îndeplinirea scopurilor activității, imaginea căpătînd caracteristicile operativității.

Dar, oricît ar fi de complex specificul psihologic al imaginii ca atare, operarea cu ea nu este încă un indiciu propriu gîndirii tehnice. Doar interacțiunea ei strînsă cu noțiunea poate asigura rezolvarea reușită a problemei tehnice.[77] În acest sens, trebuie să vorbim despre specificul conceptual-figural al gîndirii tehnice ca despre o componentă integrală, grupată.

Imaginea (reprezentarea) este, ca și conceptul, un element deopotrivă de valabil al acestei componente grupate. Aici se manifestă, dealtfel, una dintre laturile condiționării specificului gîndirii tehnice de către specificul materialului tehnic prezentat, de regulă, simultan sub formă intuitiv-figurală și sub formă abstract-conceptuală.

Să urmărim această dependență luînd ca exemplu operarea cu reprezentările tehnice schematice, care ocupă un loc atît de im-

77 A se vedea capitolul II.

portant în munca omului, în producţie, ca şi în instruirea politehnică şi profesional-tehnică.

De pildă, ce este o schemă electrotehnică de principiu şi cît se apropie aceasta de instalaţiile reale? În anumite limite, figurarea ei poate fi variată: acest fapt se referă la configuraţia generală şi la forma diferitelor sale părţi, la dispunerea surselor şi a receptorilor de curent ş.a.m.d., care nu pot însă modifica cîtuşi de puţin esenţa schemei instalaţiei electrotehnice.

Schema cinematică (a unui strung, a unui mecanism, a unei maşini etc.) nu oferă, în sine, nici reprezentarea dimensiunilor pe care le au reperele şi piesele figurate în ea, nici reprezentarea principiului de acţiune şi a specificului funcţional al dispozitivelor mecanice. Astfel, deşi constituie unul dintre tipurile de intuitivizare, schemele presupun totuşi apelarea la cunoştinţe (concepte) şi la imagini (reprezentări).

Faptul se explică, în primul rînd, prin aceea că în scheme conţinutul lor conceptual este redat cu ajutorul semnelor convenţionale sau al simbolurilor, fiecare dintre acestea purtînd o încărcătură semantică (principiul de acţiune al dispozitivului, al aparatului etc.).

În al doilea rînd, operarea cu schemele îl solicită pe individ „să-şi reprezinte"[78] mintal dinamica fenomenelor şi a proceselor figurate cu ajutorul anumitor relaţii dintre simboluri. De fapt, în orice schemă cinematică este necesară sesizarea mişcării părţilor mecanismului sau ale maşinii, aflate în interconexiune. În acelaşi mod, în orice schemă electrotehnică este necesară urmărirea căilor de trecere a curentului, descifrarea interrelaţiilor dintre părţile ei constitutive etc. Cu alte cuvinte, pentru a înţelege schema şi a începe operarea cu ea, este necesară nu numai utilizarea diferitelor cunoştinţe, ci şi sesizarea, în statica schemei, a dinamicii fenomenelor şi proceselor (mecanice, electrice ş.a.). Ultimul aspect presupune adesea instalarea unor complexe relaţii de cauză — efect.

La ce anume conduce disocierea noţiunii şi a imaginii, în cursul rezolvării de probleme tehnice, ne-o demonstrează rezultatele experimentelor descrise în capitolul II. Amintim că, după însuşirea anumitor cunoştinţe de electricitate, elevilor li s-a propus să monteze o serie de circuite cu specific diferit de legare a receptorilor de curent. Astfel s-a constatat că mulţi elevi (mai ales în seria iniţială de teme) căutau să urmeze nu atît esenţa schemei de principiu, privind legarea în derivaţie şi în serie a circuitului care le era cu-

[78] Din păcate, nu avem un termen corespunzător care să exprime procesul desfăşurării, funcţionării reprezentărilor.

noscută, cît forma exterioară a modelelor schemelor de principiu. Se produce o copiere a modelelor intuitive, fără înţelegerea aprofundată a modalităţilor de legare. Asemenea acţiuni care duc la rezultate negative au demonstrat că tocmai componenta grupată a gîndirii tehnice nu era încă formată. Noţiunile şi reprezentările nu erau corelate şi nu interacţionau.

În această privinţă sînt interesante datele obţinute de T.I. Daniuşevskaia în cercetarea sa (culegerea *Particularităţile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970), sprijinită pe o serie de experimente cu elevi din clasele a VIII-a şi a IX-a. Elevii mari, deşi posedau un bagaj destul de important de cunoştinţe şi reprezentări tehnice, nu au reuşit să rezolve satisfăcător unele probleme referitoare la citirea schemelor cinematice, care implicau operarea cu noţiuni privind raporturile de transmisie. Problemele se diferenţiau ca grad de complexitate, întrucît ele nu vizau latura de calcul, ci înţelegerea esenţei noţiunilor utilizate, priceperea de a transforma mental schemele şi de a trece, în acelaşi timp, de la imagine la noţiune, şi invers. Prin aceasta, atenţia a fost îndreptată spre clarificarea măsurii în care rezolvarea problemei este mijlocită de analiza schemei .

Rezultatele obţinute nu au fost foarte bune, aşa cum reiese din tabelul nr. 5.

Tabelul nr. 5

Rezolvarea problemelor pe baza operării cu scheme tehnice

Experimente de control	Nr. de elevi	Rezolvări după schema dată	Eşecuri în rezolvarea după schema dată	Rezolvări ale problemei în cazurile de transformare dublă a schemei	Eşecuri în rezolvarea problemei cu o transformare dublă a schemei
Primul	100	86	14	49	51
Al doilea	100	80	20	46	54

Analiza acestor experimente şi a altora i-a permis autoarei să distingă patru niveluri ale corelărilor dintre noţiune şi imagine.

Pentru primul nivel, este specifică unitatea componentelor conceptuală şi figurală ale gîndirii tehnice, în condiţiile unei dezvoltări destul de înalte a lor (la acest prim nivel se raportează 46% dintre elevii participanţi la experiment).

Al doilea nivel este caracterizat prin unitatea relativă a conponentelor conceptuală şi figurală, în condiţiile unei insuficiente

dezvoltări a celei din urmă. Acest aspect se vădeşte într-o slabă dinamicitate a reprezentărilor spaţiale, într-o capacitate insuficient dezvoltată pentru transformările imaginilor (40% dintre elevi).

Nivelul al treilea se defineşte prin absenţa unităţii dintre componentele conceptuală şi figurală ale activităţii de gîndire, cu o relativ mai bună dezvoltare a componentei figurale. Rămînerea în urmă a dezvoltării componentei conceptuale se manifestă în cunoştinţele tehnice insuficient diferenţiate şi generalizate, în nepriceperea de a le aplica la rezolvarea de probleme. Acest fapt are la rîndul său ca efect o ruptură între părţile componentei grupate; dovada o constituie absenţa selectivităţii în utilizarea datelor problemei (care trebuie să fie mijlocită de analiza schemei), neconsiderarea relaţiilor de conţinut, funcţionale, dintre elementele schemei (6% dintre subiecţi corespund acestui nivel).

Datele arată, între altele, şi faptul că un nivel chiar satisfăcător al formării reprezentărilor spaţiale nu duce prin sine la rezolvarea cu succes a problemelor tehnice şi productiv-tehnice. Amintim că datele obţinute prin aplicări de teste de către B. Kraak (1961) nu au relevat corelaţii înalte între „testele spaţiale" şi testele de înţelegere tehnică.

Celui de-al patrulea nivel îi este caracteristică ruptura dintre componentele conceptuală şi figurală ale gîndirii tehnice, ambele prezentînd o dezvoltare slabă. Separarea celor două componente se manifestă prin faptul că, în cursul operării cu cunoştinţele şi formulele corespunzătoare, elevii comit unele erori, iar în operarea cu schemele — alte erori.

Dezvoltarea slabă a componentei figurale se exprimă în nepriceperea de a analiza fie şi o schemă dată de-a gata şi de a stabili dependenţele de cauză — efect dintre elementele ei, precum şi în dinamicitatea redusă a reprezentărilor spaţiale. Componenta conceptuală se remarcă prin insuficienta diferenţiere şi generalizare a cunoştinţelor şi prin nepriceperea de a le utiliza în situaţii care cer aplicarea lor (8% din totalul subiecţilor).

Ce anume condiţionează o caracteristică sau alta a diferitelor niveluri ale relaţiei dintre noţiune şi imagine? Se pare că ar fi prematură formularea unui răspuns univoc la întrebarea pusă. În acest scop ar trebui desfăşurate cercetări şi după alte metode. Totuşi, datele obţinute şi observaţiile îndelungate ne permit să afirmăm că activitatea de gîndire a elevilor prezintă o structură relativ constituită, arătînd că un rol extrem de mare îl are aici imperfecţiunea metodelor de instruire, a căror aplicare asigură doar în mică măsură formarea gîndirii tehnice la elevi. O anumită însemnătate o au după cît se pare, particularităţile individuale ale activităţii de

gîndire, a căror studiere constituie una dintre sarcinile cercetărilor ulterioare.

Astfel, putem constata că, în anii de şcoală, gîndirea conceptual-figurală nu se formează în mod uniform. Nu este însă mai puţin adevărat că se poate urmări o oarecare dinamică a dezvoltării sale.

Încă în cercetările efectuate de E. A. Faraponova, pe care le menţionam mai înainte (culegerea *Particularităţile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970), ca şi în alte lucrări ale sale (1967, 1970), a fost analizat în mod special rolul componentei grupate conceptual-figurale în apariţia, la elevii mici, a proiectului privind obiectul de construit şi realizarea acestui proiect. Este interesant să comparăm datele obţinute de autoare cu cele prezentate de noi puţin mai înainte.

Dintr-o dată, putem să remarcăm „caracterul aproximativ", impreciziunea imaginilor care apar la începutul activităţii. Această particularitate a reprezentărilor se asociază cu o insuficient de profundă înţelegere a structurii interne a obiectelor.

Imaginea viitorului obiect parcă se contopeşte cu însuşi procesul activităţii.

Autoarea indică şi o altă particularitate a sistemului figural la şcolarii mici, exprimată într-o schematizare specifică a reprezentărilor. Totuşi, schematizarea respectivă are un nivel destul de scăzut, evoluînd mai degrabă pe linia simplificării obiectului decît a generalizării lui, adică pe linia distingerii laturilor esenţiale ale construcţiei. Într-o asemenea reprezentare schematizată intră, împreună cu însuşirile esenţiale, şi însuşirile neesenţiale, care nu sînt obligatorii pentru obiectul de construit.

Imaginea obiectului este încă foarte instabilă. Ea se transformă sub influenţa situaţiei intuitiv-practice ce se constituie de fiecare dată din nou în diferitele etape de lucru. Are loc o identificare a acesteia cu produsul intermediar al activităţii, ceea ce are drept rezultat înlocuirea imaginii iniţiale cu o alta. „În procesul montajului — observă în această privinţă E. A. Faraponova —, la unii dintre elevii clasei I se manifesta un fenomen aparent ciudat: la începutul activităţii copiii îşi propuneau un obiect oarecare, pentru ca după montare să obţină ceva diferite de ceea ce fusese planificat" (culegerea *Particularităţile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970, p. 40). Trebuie să subliniem că pe treptele mai tîrzii ale instruirii, în cazul activităţii constituite, imaginea asupra construcţiei proiectate se modifică şi ea în interacţiunea dintre componentele perceptuală, intelectuală şi practică. Această modificare a imaginii pe parcursul activităţii reprezintă o manifestare firească a

gîndirii tehnice. Dar, în acest caz, ea este subordonată şi determinată strict de scopul final al activităţii (V. A. Moleako, 1966; P. S. Perepeliţa, 1966). În reprezentarea asupra produsului final al activităţii, copiii introduc multe elemente inutile, neesenţiale, întîmplătoare.

Astfel, lumea reprezentării şcolarului mic este totodată şi săracă, şi bogată[79]. Orizontul lui tehnic este destul de larg, dar superficial; vivacitatea, conţinutul sensibil al reprezentărilor, posibilitatea modificării lor sub influenţa situaţiei intuitive — alături de un grad insuficient de schematizare autentică a imaginilor — disproporţia dintre cantitatea de idei tehnice şi nivelul reuşitei în realizarea lor, toate aceste vădesc, desigur, faptul că gîndirea conceptual-figurală a copilului, atît de necesară în activitatea tehnică, impune o dezvoltare dirijată.

Posibilitatea formării componentei grupate a gîndirii tehnice există şi la această vîrstă. Noi am pus intenţionat în discuţie caracteristicile negative, tocmai pentru a arăta care laturi ale gîndirii conceptual-figurale necesită să fie dezvoltate cu precădere. Nu trebuie să uităm că, în cercetările analizate, la experimente au participat elevi de clasa I, aflaţi în prima perioadă de instruire. Experimentele erau de tip constatativ. Elevii realizau construcţiile prin alegerea liberă a obiectelor şi în concordanţă cu unele condiţii date. Şi iată în ultimă instanţă problema pusă şi instrucţia prezentată: „pînă la un anumit nivel organizează şi dirijează activitatea constructiv-tehnică, apropiind-o de o activitate autentică de construcţie" (culegerea *Particularităţile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970, p. 73). Cercetările efectuate recent confirmă această concluzie, demonstrînd că formarea componentei conceptual figurale a gîndirii tehnice depinde înainte de toate de conţinutul şi de metodele instruirii şi că posibilitatea dezvoltării ei nu a fost clar estimată pînă în prezent.

Fără a examina amănunţit problemele instruirii, subliniem totuşi că, în formarea componentei grupate respective, un rol destul de mare îl joacă utilizarea corectă a mijloacelor intuitive.

Nu este pentru nimeni un secret că în instruirea prin discipline general-tehnice şi speciale, în procesul practicii de producţie, se apelează adesea[80] la aportul desenului tehnic, al schemelor şi al altor mijloace intuitiv-tehnice. Un asemenea mijloc, fiind obişnuit, este privit întotdeauna ca o binefacere. Totuşi, adeseori el se aplică unilateral, ca mijloc de intuitivizare tehnică, servind doar pentru ilustrare sau ca sprijin în însuşirea cunoştinţelor şi în formarea deprinderilor. Astfel, profesorul, arătînd o schemă, fără să le ofere elevilor posibilitatea de a reflecta asupra ei, o ilustrează imediat printr-un model sau prin instalaţia tehnică reală; schema o descrie detaliat; în faţa elevilor nu apar, aşadar, nici un fel de probleme tehnice. În mod similar se desfăşoară lucrurile şi în practica de producţie, cînd elevii, fără a-şi fi însuşit principiile generale ale construcţiei procesului tehnologic, confecţionează produsele după planşe tehnologice gata elaborate. „Procesul instruirii — cum o dovedeşte B. I. Obşadko — se sprijină pe indicaţii concrete pentru cazurile concrete de prelucrare" (lucrarea *Problemele pedagogiei profesionale*, 1968, p. 114), fapt care, firesc, nu alimentează gîndirea, îngreuiază transferul şi nu duce la elaborarea principiilor generale de rezolvare a problemelor tehnologice.[81] Exprimîndu-ne metaforic, vom spune că în clipa în care omul poate umbla, i se împing nişte cîrje (sub forma aşa-numitului sprijin intuitiv).

Aici, principiul didactic al intuiţiei îşi expune latura sa negativă, iar aplicarea lui nu asigură dezvoltarea gîndirii conceptual-figurale.

Utilizarea corectă a mijloacelor intuiţiei tehnice în vederea formării activităţii gîndirii depinde de luarea în consideraţie a funcţiei fiecăreia dintre formele ei (a se vedea clasificarea acestora, prezentată în capitolul II), precum şi a scopului în care aceste mijloace intuitive se aplică în diferitele etape ale muncii. I. V. Tereşkina a arătat că desenul poate apărea fie ca sprijin, fie ca rezultat al activităţii. Este limpede că în aceste cazuri şi rolul lui diferă substanţial. T. I. Daniuşevskaia a obţinut unele date privind căile de instruire care duc la o bună înţelegere şi la operarea corectă cu mijloacele schematice (culegerea *Particularităţile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970). Ea a constatat că, în anumite condiţii, este preferabil să se meargă de la schemă la obiectul natural, decît să fie adoptată calea de la instalaţia reală la schema ei. În orice caz, este necesară alternarea celor două căi (în practica instruirii, se observă, adesea, o abordare unilaterală, care merge de la obiectul tehnic natural la schema lui).

[79] Avem, desigur, în vedere numai reprezentările despre „realitatea tehnică".

[80] Într-o serie de cazuri, prea des.

[81] O metodică interesantă a dezvoltării gîndirii tehnice în cursul însuşirii, de către elevii şcolilor tehnice, profesionale, a principiilor generale de realizare a procesului tehnologic (cu aplicaţie în munca la strung) este prezentată de B. I. Obşadko în cîteva dintre lucrările sale (lucrarea *Problemele pedagogiei profesionale*, 1968; culegerea *Despre instruirea prin problematizare*, ed. 3, 1974).

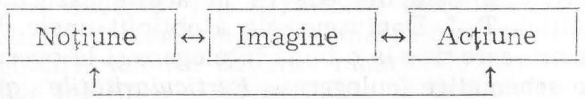
În concluzie subliniem că, plecînd de la conținutul psihologic al componentei grupate respective, se pot selecta o serie de probleme tehnice cu caracter diagnostic. Aplicarea lor, în asociere cu alte probleme, va ajuta la orientarea inițială asupra nivelului dezvoltării gîndirii tehnice.

Trei componente structurale ale gîndirii tehnice

În activitatea complexă tehnică și productiv-tehnică, componentele gîndirii tehnice pe care le-am examinat se pot manifesta relativ independent. De exemplu, în rezolvarea problemelor analizate mai sus, componenta conceptual-figurală a gîndirii tehnice se manifestă pe prim plan, în timp ce în rezolvarea altor probleme (cu deosebire constructiv-tehnice), alături de această componentă, nu mai puțin importantă, este și formarea componentei teoretico-practice.

Totuși, o atare împărțire a lor (justificată mai ales pentru scopurile cercetării) este într-o oarecare măsură convențională. Lucrările realizate de noi și de colaboratorii laboratorului nostru — T. N. Borkova, T.I. Daniușevskaia, D. I. Kupovîi, E. G. Serebreanîi, I. V. Tereșkina, E. A. Faraponova — permit avansarea ipotezei asupra existenței unei structuri cu trei componente a gîndirii tehnice, în care componentele conceptuale, figurale și practice ale activității de gîndire ocupă un loc egal și se află într-o interacțiune complexă.

Schematic acest lucru poate fi redat astfel:



Datele obținute din cercetări nu contrazic interpretarea respectivă. Să ne referim la cîteva dintre ele. T. I. Daniușevskaia, în una din lucrări, a pornit de la ipoteza „că rezolvarea cu succes a problemelor constructiv-tehnice, care prin structura lor sînt noțional-figural-practice, este condiționată de o structură corespunzătoare a activității de gîndire a elevilor caracterizată prin unitatea și interacțiunea componentelor conceptuală, figurală și practică ale gîndirii. Dimpotrivă, absența unei asemenea structuri a activității intelectuale, insuficienta dezvoltare a uneia sau a mai multor componente, se poate solda cu un eșec în rezolvarea problemelor constructiv-tehnice" (culegerea *Particularitățile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă*, 1970, p. 162). Au fost efectuate cîteva

serii de experimente în cursul cărora s-au utilizat diferite probleme constructiv-tehnice (inclusiv cele în care s-a recurs la niște modele, special create, ale unor instalații mecanice). Procedeul metodic, comun dealtfel și pentru alte cercetări desfășurate în laborator, implica situarea subiectului în condiții în care el trebuia să opereze, vrînd-nevrînd, pe plan fie conceptual, fie figural, fie practic, sau simultan, pe două dintre acestea, ori pe toate cele trei planuri.

Potrivit datelor cercetării, caracterul mai complex al problemelor tehnice atrage după sine și o complicare a structurii activității de gîndire. Astfel, nivelul relației dintre noțiune și imagine, analizat de noi înainte, se modifică prin includerea în activitate a componentei practice. Acțiunile practice cu specific diferit (în primul rînd, cele de încercare-căutare, de control și reglare, ca și acțiunile „generatoare" de idei noi) contribuie la structurarea corectă a activității, la stabilirea interrelațiilor necesare între componentele ei noționale și figurale.

Rolul pozitiv al fiecăreia dintre cele trei componente influențează reușita rezolvării, înainte de toate, în cazul în care este creată posibilitatea interacționării lor. Se poate afirma chiar că tulburarea procesului de rezolvare prin excluderea fie și a uneia dintre componente se manifestă cu atît mai puternic cu cît elevii sînt de vîrstă mai mică. Nu este un fapt surprinzător ca la școlarul mic, în condițiile unui nivel nu prea înalt de dezvoltare a fiecăreia dintre componente, posibilitățile compensatorii ale copiilor să fie relativ scăzute. Ceea ce specialistul, tehnicianul calificat, poate face la nevoie, prin operarea pe plan mintal sau figural, nu îi este accesibil copilului.[82].

Aceasta nu înseamnă însă că dacă școlarul mic acționează pe toate cele trei planuri, la el se manifestă un anumit nivel de formare a gîndirii tehnice; aici se pune problema nivelului de dezvoltare a acestor planuri ale activității și a măsurii în care este constituită unitatea lor. Școlarului mic, dealtfel mai degrabă decît oricui, trebuie să-i fie oferită posibilitatea unei asemenea activități; altfel s-ar putea cu greu sconta pe o formare cît de cît eficientă a elementelor gîndirii tehnice.

Așadar, prin structura sa psihologică internă, gîndirea tehnică se constituie din trei componente: ea este o gîndire conceptual-figural-practică. Componentele ei teoretice (noționale), figurale (intuitive) și practice (acționale) nu sînt numai intercorelate (ceea ce are loc și în alte genuri de activitate); ele se află în interacțiune, fiecare

[82] Firește, avem în vedere probleme mai mult sau mai puțin complexe.

dintre componente manifestîndu-se ca o parte a acestui triplet, cu valoare egală.

În cercetările noastre privind structura gîndirii tehnice, am ales ca moment inițial, de plecare, specificul obiectiv al problemelor tehnice și productiv-tehnice, definind de fiecare dată cerințele pe care aceste probleme le impun activității. Este necesar să remarcăm cu acest prilej că „specificul problemei pe care o rezolvă subiectul — așa cum îndreptățit notează O. K. Tihomirov — și specificul activității de rezolvare a problemelor sînt intercorelate, dar nu se identifică. Aceasta rezultă fie și din faptul că activitatea de rezolvare a uneia și aceleiași probleme (efectuată de persoane diferite sau de aceeași persoană, în cazul unor stări funcționale diferite) poate fi construită diferit" (1969, p. 285).

Dealtfel, noi ne-am și propus ca scop, pornind de la particularitățile unor tipuri diferite de probleme tehnice, să descriem componentele structurale generale ale activității de gîndire caracteristice pentru rezolvarea lor. Se înțelege că nu am epuizat întreaga multitudine de aspecte ale inteligenței tehnice. În psihologie, studierea acesteia abia începe. Ni se pare totuși că această concepție cu privire la gîndirea tehnică poate înlătura „jocul întîmplării", din abordarea pur testologică și „stîngăciile" abordării tradiționale, în limitele căreia inteligența tehnică este dedusă din particularitățile gîndirii practice sau, în orice caz, poartă pecetea acesteia.

Pînă acum ne-am referit la structura internă a activității de gîndire în cursul rezolvării problemelor tehnice și productiv-tehnice. Există însă o latură procesuală a gîndirii. Nu putem trece pe lîngă una dintre cele mai importante însușiri sau calități ale gîndirii tehnice — operativitatea, care aproape întotdeauna își pune amprenta pe cursul rezolvării problemelor.

3. CARACTERUL OPERATIV AL GÎNDIRII TEHNICE

Gîndirea tehnică nu dispune de un arsenal special de procedee logice de rezolvare, ea realizîndu-se cu ajutorul acelorași operații cognitive (analiza, sinteza, generalizarea, abstractizarea), care sînt proprii și celorlalte feluri de gîndire. Nu în aceasta constă specificul ei. Așa cum arătam mai sus, specificul gîndirii tehnice îl constituie particularitățile structurii sale. De aceea, nu putem fi de acord cu P. I. Ivanov, care afirmă că „particularitățile operațiilor cognitive în activitatea tehnică și constructivă, adică, analiza și sinteza, generalizarea, concretizarea ș.a., se definesc prin orientarea gîndirii practice" (1964, p. 11).

Noi nu am reușit să descoperim date cu privire la specificitatea sintezei sau a analizei tehnice, a judecăților tehnice sau a raționamentelor tehnice. Structura logică a procesului, relevată prin operațiile ei cognitive fundamentale, după cît se pare, rămîne pretutindeni aceeași. Totuși, caracterul desfășurării procesului se modifică. Această modificare este condiționată, în ultimă instanță, de o serie de factori, dintre care sîntem datori să distingem particularitățile obiective ale problemei tehnice ca atare și condițiile în care decurge activitatea de rezolvare a ei.

O serie de aspecte concură la determinarea caracterului (însușirii, calității) gîndirii tehnice de a fi operativă, influențînd nemijlocit întregul proces de rezolvare a problemei: necesitatea de a rezolva multe din problemele productiv-tehnice în intervale limitate de timp; priceperea de a soluționa probleme „neplanificate", care apar pe parcursul activității[83], capacitatea de a utiliza întregul bagaj de cunoștințe disponibile într-o situație concretă dată și priceperea de a actualiza anume acel sistem de cunoștințe care se dovedește necesar pentru soluționarea situației create; necesitatea „abordării probabiliste" în cazul rezolvării multor probleme și al alegerii soluției optime.

Pe baza experimentelor efectuate, am putut constata două manifestări sau două caracteristici ale operativității gîndirii tehnice.

Una dintre aceste manifestări se exprimă prin priceperea aplicării efective a cunoștințelor[84] în condiții variate. Gîndirea tehnică este o gîndire practic-acțională.

În cursul rezolvării multor probleme productiv-tehnice ca și în procesul de muncă în ansamblu, apar o mulțime de situații (inclusiv cu caracter problematic), uneori complicate și neașteptate, fără ca omul să prevadă apariția lor. Totodată, multe dintre aceste situații generează probleme care se impun a fi rezolvate, în condiții de producție aflate într-o continuă schimbare, cînd o modificare sau alta în una din verigile producției se repercutează deîndată asupra alteia ș.a.m.d. Reușita depinde aici de caracterul activ al cunoștințelor, de priceperea de a le aplica la momentul oportun.

Este știut că există un șir întreg de cercetări privind aplicarea cunoștințelor în practică. Aceste cercetări, desfășurate sub condu-

[83] Această particularitate a „problemelor practice" este menționată și de V.V. Cebîșeva (1969).

[84] Operațiile care constituie procesul de aplicare a cunoștințelor sînt operații cognitive.

cerea autoarei N. A. Mencinskaia[85] (culegerile: *Psihologia aplicării cunoștințelor în rezolvarea problemelor școlare*, 1958; *Aplicarea cunoștințelor în practica școlară a elevilor*, 1961; *Psihologia rezolvării problemelor productiv-tehnice*, 1965), au fost consacrate analizei particularităților aplicării cunoștințelor la rezolvarea unor probleme cît se poate de diferite (nu numai tehnice, deși acestora li s-a acordat un loc important).

Din punctul nostru de vedere, operațiile legate de aplicarea cunoștințelor sînt specifice în primul rînd inteligenței tehnice. K. A. Slavskaia remarcă, pe bună dreptate (în legătură cu orice problemă implicînd aplicarea cunoștințelor), că aici „însuși conținutul cunoștințelor nu include indicații asupra locului și situației în care poate fi aplicat, ci solicită și de astă dată gîndirea individului" (culegerea *Studierea gîndirii în psihologia sovietică*, 1966). În ceea ce ne privește, vom adăuga că, în cazul rezolvării problemelor productiv-tehnice, asemenea indicații sînt greu de obținut din pricina diversității extraordinare a situațiilor ce apar.

Sintetizînd datele mai multor cercetători, N. A. Mencinskaia pune în legătură dificultățile aplicării cunoștințelor cu așa-numita abstracție de ordinul al doilea, deosebită de abstracția primară (din cursul formării, al însușirii noțiunilor). „În ultimul caz, scrie autoarea, abstracția se realizează odată cu generalizarea, mișcarea procesului făcîndu-se de la singular spre general, în timp ce, în procesul aplicării cunoștințelor, cunoașterea generalului și abstractului este deja elaborată, deși ea pare întrucîtva «camuflată» de noile date concrete. Problema fundamentală, în acest caz, este «să recunoaștem», în noile date concrete, o anumită noțiune sau un anumit principiu (în schița unei case — construcția geometrică; în modelul escavatorului — principiul pîrghiei ș.a.m.d.). De aceea, în cazul respectiv, concretul nu constituie o bază sau un sprijin pentru noțiunea în curs de formare, ci o condiție care îngreuiază rezolvarea problemei" (culegerea *Studierea gîndirii în psihologia sovietică*, 1966, p. 371).

Tocmai acest aspect al diversității concretului face ca procesul rezolvării problemelor productiv-tehnice să fie extrem de complicat, conducînd, după cum am văzut mai înainte, la multiple erori și chiar la apariția unor situații fără ieșire.

De aici rezultă importante concluzii pedagogice. Pornind de la particularitățile procesului instructiv, noi eșalonăm adesea artificial efectuarea temelor de muncă, simplificăm, pînă la un anumit grad, rezolvarea problemelor tehnice, le elaborăm elevilor diferite procedee de acțiune pe etape separate. Acest lucru este necesar. Dar particularitățile producției ca atare și ale problemelor productiv-tehnice, precum și condițiile de activitate în care are loc rezolvarea lor impun celui ce muncește cerințe specifice, proprii.

Experimentele au arătat că luarea în considerație a diverselor situații practice și utilizarea corectă a cunoștințelor strict necesare în condițiile variate de rezolvare a problemelor productiv-tehnice depind în mare măsură de caracterul însușirii și aplicării cunoștințelor în cursul instruirii, de priceperea de a recunoaște particularitățile situației și, în funcție de aceasta, de a alege soluția optimă (într-o serie de cazuri, este nevoie de o „abordare probabilistică").

Dacă în procesul de instruire cunoștințele au fost însușite doar ca „date de-a gata", dacă elevii au acționat numai după „șabloane și modele", fără explorarea căilor de folosire a cunoștințelor și fără elaborarea unor „algoritmi de explorare" specifici, atunci cunoștințele și acțiunile respective pot apărea ca fiind, practic, improprii, neoperante cînd omul este confrundat cu o situație nouă, neîntîlnită de el în condițiile instruirii.

Prin urmare, eficiența procesului pedagogic depinde, în bună măsură, de diversitatea aplicării cunoștințelor în practică, de variabilitatea condițiilor utilizării lor, de elaborarea priceperilor de a le aplica.

În producție, printre ingineri și tehnicieni se întîlnește adesea o altă părere, potrivit căreia însușirea cunoștințelor și a priceperilor corespunzătoare constituie, în sine, garanția unei aplicări viitoare reușite. Dar această opinie contrazice faptele.

Fiind de acord cu V. V. Cebîșeva (1969, p. 242) în ceea ce privește necesitatea pregătirii de materiale didactice și îndrumătoare „care să prezinte experiența practică sub forma unor sisteme de cunoștințe practice" (instrucțiuni pentru reglarea utilajului, pentru prevenirea și înlăturarea defecțiunilor[86] ș.a.m.d.), vrem să atragem atenția asupra faptului că sînt necesare și alte materiale, în care să fie reflectate cazurile tipice de aplicare a cunoștințelor în cadrul diferitelor discipline tehnice și în munca productivă. Odată cu

[85] Și autorul prezentei lucrări a luat parte la efectuarea acestor cercetări, la timpul respectiv.

[86] Este interesant de consemnat că (potrivit datelor lui E. Heart, 1964) în unele companii aviatice americane, lîngă locurile de muncă ale personalului de servire, există cartoteci speciale ce cuprind informații asupra cauzelor schimbării aparaturii din avion și asupra operațiilor efectuate înainte, în vederea înlăturării defecțiunii. După cît se pare, o asemenea informație ușurează îndepărtarea defecțiunilor, particularitatea ei esențială constînd în priceperea de a aplica cunoștințele.

aceasta este nevoie să fie create şi materiale care să includă un sistem de probleme, vizînd formarea metodelor de explorare în cursul aplicării cunoştinţelor. Tot acest ansamblu de măsuri, care trebuie elaborat în continuare, va contribui la dezvoltarea operativităţii gîndirii tehnice.

O altă manifestare a operativităţii gîndirii tehnice este condiţionată de limitarea timpului alocat rezolvării problemelor, punînd subiectul în situaţii care solicită rapiditate în recepţionarea şi prelucrarea informaţiilor şi adoptarea soluţiei în timp util. Se ştie că astfel de cerinţe se adresează celor ce lucrează în meserii cum sînt: operatorul şi ajustorul de la instalaţiile automatizate, aviatorul, şoferul, operatorul din sistemele energetice ş.a. Condiţiile activităţii lor profesionale le impun o orientare rapidă în situaţie, reclamînd adesea priceperea de a decodifica informaţia la momentul oportun şi de a folosi eficient cunoştinţele disponibile.

Observaţiile şi cercetările arată că rezolvarea aceleiaşi probleme în condiţii obişnuite şi în condiţii experimentale (sentimentul accentuat al responsabilităţii, teama legată de posibilitatea avarierii şi, în funcţie de aceasta, necesitatea înlăturării defecţiunii într-un timp minim) decurge în mod diferit, rezultatul rezolvării fiind şi el diferit.

În această privinţă, este interesant faptul următor. Un grup de elevi, în procesul însuşirii unor profesiuni din domeniul termoenergetic, şi-a desfăşurat practica de producţie la o uzină de agregate, în atelierul pentru încercarea motoarelor la bancul de încercare. Ei au primit tema: încercarea motorului conform unui program special, după reparaţia lui capitală.

Subliniem în mod deosebit faptul că elevii posedau o pregătire profesională teoretică şi practică.

În situaţia creată, termometrul care arăta temperatura apei de răcire oferea nişte indici eronaţi. Deşi ştiau că gradul de încălzire a capului blocului şi a blocului motorului se controlează şi prin pipăire, elevii nu au utilizat această cunoştinţă la momentul oportun. Temperatura a crescut destul de rapid la sfîrşitul ciclului compresiei şi motorul s-a avariat.

Este adevărat că unii elevi au încercat totuşi să oprească motorul, aducînd pîrghia regulatorului la poziţia de „stop". Dar motorul a continuat să-şi mărească numărul turaţiilor şi numai intervenţia profesorului a prevenit ieşirea motorului din funcţiune.

Aşadar, cu tot bagajul de cunoştinţe teoretice existent, elevii nu au reuşit să înlăture defecţiunea *(Problemele pedagogiei profesionale,* 1968).

Specificul activităţii unor indivizi se modifică în cazul rezolvării aceleiaşi probleme sub influenţa unor instructaje diferite (de pildă, a instructajelor care nu au o nuanţă cît de cît „ameninţătoare").

În experimentele noastre de citire a schemelor, cerinţa experimentatorului de a găsi eroarea din schemă determina la unii subiecţi accentuarea sentimentului responsabilităţii, lucru demonstrat de traseele mişcării ochilor. Acestea deveneau mai ample, apăreau mişcări repetate de tipul celor de control. În schimb, asupra altor subiecţi, chiar şi un asemenea instructaj „inofensiv" avea o influenţă negativă. De aceea, şi atunci cînd problema era rezolvată corect, comportamentul subiecţilor, urmărit de noi, vădea o încordare destul de mare, o stare de incertitudine şi nelinişte. În orice caz, rezolvarea problemei pe baza acestui instructaj îi solicita subiectului eforturi intelectuale mult mai ample şi o tensiune emoţională mai mare în comparaţie cu rezolvarea unor probleme similare ca dificultate, dar efectuate în condiţii obişnuite (cu instructaje de tipul: „Ce este figurat pe schemă?"; „Cum trece curentul?" etc.), adică, prin folosirea unor întrebări familiare lor, de tip şcolar.

Prin urmare, în cazul acesta apar fenomene cunoscute sub denumirea de stări psihice.

R. T. Svercikova a descris date asemănătoare, constatate în cursul rezolvării de către adulţi a unor probleme de diagnostic tehnic. Ea ajunge la concluzia că ar exista două planuri ale explorării: „logic" şi „emoţional". „Acumularea şi înlăturarea contradicţiei dintre planurile logic şi emoţional ale căutării ... constituie unul din momentele esenţiale în dinamica stărilor" (culegerea *Particularităţile gîndirii elevilor în procesul instruirii prin muncă,* 1970, p. 304).

În multe din experimentele efectuate de autoare au existat, de regulă, condiţii prielnice de lucru. Trebuie înţeles că includerea aspectului operativ în activitate exercită o influenţă şi mai accentuată asupra oamenilor, modificînd în cele mai diferite chipuri activitatea lor de gîndire. Datele aceleiaşi cercetări confirmă această ipoteză.

La subiecţii care reuşesc să realizeze o explorare operativă, se observă restructurări rapide ale activităţii, acţiuni mai puţine şi un timp mai redus, absenţa stărilor de confuzie şi îndoială, absenţa unei divergenţe între idee şi acţiune. Aceşti subiecţi se află într-o stare de echilibru „operativ" (sau dinamic) (*idem,* p. 292).

Apariţia unor stări psihice sub influenţa cerinţelor de operativitate poate avea cauze diverse sau un întreg ansamblu de cauze. Stările psihice provocate de conţinutul obiectiv al problemelor tehnice, fiind o consecinţă a anumitor interrelaţii dintre obiectul şi subiectul activităţii, depind de numeroşi factori: de caracteristicile psihofiziologice ale persoanei, de calităţile intelectului, de nivelul

de vîrstă ș.a. Cu toate acestea, antrenarea omului în condiții speciale are o însemnătate considerabilă.

Astfel (în legătură, de pildă, cu cazul descris anterior — ieșirea motorului din funcțiune), o modalitate eficace de dezvoltare a operativității gîndirii tehnice este organizarea rezolvării de probleme în cursul așa-numitelor simulări tehnologice și de avarii (pe simulatoare și pe agregate reale). Acestea creează o legătură organică între componentele teoretice și cele practice ale activității cognitive, permițînd formarea unei succesiuni stabile a acțiunilor de căutare a defectelor.

Complicarea conținutului și a formei activității de muncă determină creșterea rolului componentei intelectuale (în primul rînd, a gîndirii) în multe domenii ale muncii, ale instruirii politehnice și profesional-tehnice. Așadar, rezolvarea problemei gîndirii tehnice reprezintă o sarcină de importanță vitală, decurgînd din nevoile practicii.

Abordările teoretice în modul de a pune această problemă nu ne pot satisface.

Elaborarea unei concepții asupra gîndirii tehnice, pornind de la noțiunile despre inteligența practică, pe de o parte, lărgește excesiv cadrul acesteia (deoarece există o mulțime de probleme practice care nu sînt tehnice), iar pe de altă parte, îl îngustează, pentru că, într-un fel sau altul, latura teoretică a gîndirii tehnice se estompează (în psihologia străină, teoria și practica sînt opuse direct). Numai formele complexe ale gîndirii practice se apropie de unele genuri de rezolvare a problemelor tehnice.

Este necesar ca inteligența tehnică să fie descrisă în întreaga diversitate reală a problematicii ei.

Abordarea testologică a problematicii gîndirii tehnice exclude, în esență, caracterizarea calitativă a acestei forme de activitate intelectuală, preocupîndu-se de măsurarea ei în perspectiva selecției profesionale. De aceea, rezultatele măsurătorilor (deși se aplică, de pildă, metoda analizei factoriale), de cele mai multe ori, sînt slab fundamentate. Totodată, multe dintre testele respective nu măsoară gîndirea, ci cunoștințele. Abordarea testologică „anulează", de fapt, problematica gîndirii tehnice, deoarece nu dezvăluie conținutul ei psihologic intern.

Structura gîndirii tehnice poate fi descoperită plecînd de la interacțiunile dintre subiectul și obiectul activității intelectuale. Acest mod de abordare a problemei presupune analiza sarcinilor tehnice și a cerințelor impuse de ele activității intelectuale a individului, incluzînd și analiza acestei activități.

Orice problemă tehnică, dacă este nouă pentru subiect, implică un domeniu nedeterminat de explorare și o multitudine de soluții. De aici decurge un cîmp vast pentru activitatea de rezolvare, pentru activizarea sferei senzoriomotorii și intelectuale a personalității.

Particularitățile problemelor tehnice se definesc, în ultimă instanță, printr-o varietate de atribute și relații proprii obiectelor tehnice, ca entități material-obiectuale. Prin aceasta se explică structura gîndirii tehnice constituită din trei componente, tridimensionată ca gîndire conceptual-figural-practică, unde fiecare componentă deține un loc egal cu al celorlalte, iar toate, împreună, alcătuind o structură unitară a activității intelectuale.

În procesul de rezolvare a problemelor tehnice și productiv-tehnice și în diferitele etape ale rezolvării uneia și a aceleiași probleme, pe prim plan apar cînd unele, cînd altele dintre componentele structurale ale activității de gîndire. Se pot delimita două asemenea componente, fiecare dintre ele constituind o formațiune integrală. Din acest punct de vedere, gîndirea tehnică este o gîndire teoretico-practică și conceptual-figurală.

Acțiunile teoretice și practice se asociază într-o componentă grupată, unitară, între ele existînd o strînsă interrelație și transferuri reciproce.

În cursul rezolvării problemelor tehnice, ca genuri de acțiuni teoretice, pot fi socotite formarea de noțiuni tehnice noi și operarea cu cele deja cunoscute. La rîndul lor, aceste acțiuni teoretice se pot desfășura cu sprijin pe acțiuni obiectual-practice și fără suportul nemijlocit al realității obiectuale, care poate apărea în plan imagistic sau ideativ.

În rîndul acțiunilor practice se pot include: acțiunile executive, de încercare-explorare, de control sau control-reglatorii, precum și acțiunile speciale, îndreptate spre obținerea de noi idei.

Particularitățile fiecărui gen de acțiuni sînt determinate de scopurile activității.

Posibilități de formare a componentei teoretico-practice a gîndirii tehnice există încă la vîrsta micii școlarități. Este necesar, totodată, să observăm că și la o vîrstă mai mare sînt posibile cazuri de discordanță între ipoteza exprimată pe plan teoretic și acțiunea desfășurată pe plan practic. Una dintre principalele cauze ale acestei discordanțe rezidă în absența din instruire a măsurilor prin care să fie urmărită dezvoltarea gîndirii tehnice.

Rapiditatea și facilitatea transferului din planul teoretic, în cel practic și invers, capacitatea de a acționa pe plan teoretic, avînd în vedere planul practic, precum și capacitatea de a acționa pe plan

practic, legîndu-l permanent de planul teoretic reprezintă dovada formării componentei integrale respective a gîndirii tehnice.

Unitatea dintre conceptual și figural în gîndirea tehnică constituie cealaltă componentă grupată a ei. Sînt posibile diferite grade de asociere între conceptual și figural, sau niveluri diferite de formare a acestei componente: 1) unitatea lor în condițiile unei dezvoltări superioare a fiecăreia; 2) o relativă unitate, în condițiile insuficientei dezvoltări a componentei figurale; 3) afectarea unității dintre ele, cu o dezvoltare relativ mai bună a componentei conceptuale; 4) o ruptură între cele două componente în condițiile slabei dezvoltări a fiecăreia.

Nivelurile respective demonstrează neuniformitatea dezvoltării gîndirii conceptual-figurale. Ea se explică atît prin particularitățile instruirii, cît și prin însușirile individuale ale activității intelectuale.

În legătură cu specificul instruirii politehnice și profesionale, trebuie să subliniem importanța considerabilă pe care o are, pentru dezvoltarea gîndirii tehnice, influența exercitată de mijloacele intuiției tehnice, multe dintre ele încorporînd componente atît intuitive, cît și conceptuale. Totuși, aceste mijloace nu sînt întotdeauna corect folosite. Aplicarea lor în calitate de simple ilustrări și ca spijin sărăcește conținutul real al mijloacelor intuitiv-tehnice și nu contribuie la dezvoltarea gîndirii tehnice.

Constituirea unității necesare dintre noțiune și imagine este facilitată de acțiunile practice special organizate. Cu cît este mai mică vîrsta elevilor, cu atît mai mult se resimte efectul negativ al excluderii oricăreia dintre componentele structurii tridimensionate a gîndirii tehnice.

Orientîndu-ne după componentele grupate ale gîndirii tehnice, putem pune într-un mod mai fundamentat problema creării unui sistem de testare pentru determinarea inițială a nivelului constituirii inteligenței tehnice.

Specificul gîndirii tehnice constă în structura sa psihologică de conținut și nu într-o structură formal-operațională. În cursul rezolvării problemelor tehnice și productiv-tehnice, nu se evidențiază nici un fel de caracteristici speciale ale operațiilor intelectuale.

Gîndirea tehnică, fiind prin structură conceptual-figural-practică, este operativă prin caracterul procesului ei.

Una dintre manifestările caracterului operativ al activității de gîndire se exprimă prin priceperea de a aplica eficient cunoștințele în condiții variate. Din acest punct de vedere, gîndirea tehnică este o gîndire practic-activă.

Varietatea condițiilor concrete de aplicare complică activitatea gîndirii, necesitînd elaborarea unor metode corespunzătoare de instruire și de formare a procedeelor pentru aplicarea cunoștințelor.

O altă manifestare a operativității este condiționată de limitarea timpului de rezolvare a problemelor, care îl confruntă pe individ cu cerința de a recepționa și prelucra rapid informația disponibilă și de a adopta soluția la momentul oportun.

A fost stabilită o dependență între caracterul operativității și particularitățile sistemului de instructaje sau prescripții oferite individului.

Caracterul operațional al rezolvării unei serii de probleme tehnice poate genera diferite stări psihice care influențează în sens pozitiv sau negativ asupra procesului și a rezultatului rezolvării. După cît se pare, la baza stărilor respective se află atît particularitățile psihofiziologice ale personalității, cît și particularitățile individuale ale activității intelectuale și emoționale.

Firește că în cazul altor condiții egale există o dependență directă între nivelul de constituire a inteligenței tehnice și modalitățile de instruire.

Inteligența tehnică trebuie să se dezvolte în cursul formării cunoștințelor tehnice generale și al elaborării priceperilor generale de muncă, a priceperilor tehnice generale.

Bogăția intelectuală a instruirii pentru muncă va permite utilizarea unor procedee și metode mult mai perfecționate, moderne.

Aspectul teoretic, precum și cel experimental al problematicii gîndirii tehnice reclamă o continuă și aprofundată cercetare a acesteia. Concomitent cu studierea structurii și a procesului acestei forme de activitate intelectuală, trebuie să ne preocupe și relevarea particularităților individuale și de vîrstă ale activității de gîndire, ceea ce are o importanță deosebită pentru practica instruirii.

Analiza calitativă a gîndirii tehnice va permite să se treacă la studiul problemei capacităților tehnice, pentru că inteligența tehnică formată constituie baza dezvoltării aptitudinilor tehnice.

La relevarea particularităților specifice ale gîndirii tehnice își va aduce în mare măsură contribuția analiza comparativă a diferitelor forme de activitate intelectuală: gîndirea tehnică, literară și matematică.

CAPITOLUL IV

INSTRUIREA PRIN PROBLEMATIZARE – MODALITATE GENERALĂ DE DEZVOLTARE A GÎNDIRII TEHNICE

1. ANALIZA UNORA DINTRE PROBLEMELE PERFECȚIONĂRII INSTRUIRII

Rezolvarea unei probleme tehnice sau productiv-tehnice[87] impune rezolvitorului o serie de cerințe cu caracter special (pe lîngă cerințele specifice rezolvării oricărui tip de problemă). Astfel, în primul rînd, este necesară stabilirea domeniului explorării. Uneori, acesta este aproape clar. De cele mai multe ori însă, el trebuie determinat. În al doilea rînd, determinînd domeniul explorării (pe baza propriei experiențe sau a experienței altora, redată în literatura și documentația tehnică), problema trebuie formulată în așa fel încît să capete expresia unei probleme obișnuite, care conține și elemente cunoscute, și necunoscute. Prin urmare, este necesară stabilirea precisă a datelor de plecare. Și numai după toate acestea se poate trece la rezolvarea propriu-zisă a problemei.

Totuși, nu trebuie uitat că, în principiu, aceeași problemă poate fi rezolvată în moduri diferite: prin utilizarea cunoștințelor tehnice, prin aplicarea de procedee variate ș.a.m.d. Această împrejurare nu poate fi neglijată de rezolvitorul unei probleme tehnice. Procedeul de rezolvare găsit, deși se poate realiza practic, totuși poate fi dezavantajos sub aspect economic, greoi, neoptimal.

În funcție de condițiile concrete ale tehnicii și ale producției, trebuie aleasă soluția care, în situația dată și la nivelul respectiv de dezvoltare a cunoștințelor tehnice, se dovedește a fi mai eficientă prin comparație cu altele. Dacă nu sînt întrunite aceste condiții, trebuie să se revină la punctul de plecare, adică la definirea domeniului căutării.

[87] Dacă aceasta, reamintim, este nouă pentru subiect.

Procesul rezolvării unei probleme tehnice, mai mult sau mai puțin complexe, nu se reduce numai la stabilirea unor noi relații între date (care, dealtfel, de-abia urmează să fie formulate). Acesta este un proces în a cărui desfășurare devine necesară efectuarea căutării (pentru completarea informației insuficiente, pentru alegerea unei soluții din cîteva variante posibile ș.a.m.d.).

Firește că în toate aceste cazuri este vorba, în primul rînd, despre problemele din sfera activității profesionale.

Activitatea profesională, tehnică și de producție, în condițiile în care în procesul ei se nasc probleme reale, se caracterizează prin numeroase trăsături ale căutării. Dacă tezele pe care le-am formulat sînt corecte (considerăm că demonstrarea lor am și făcut-o), atunci cum ar trebui să arate modelul instruirii, care odată realizat ar contribui cu succes la dezvoltarea gîndirii tehnice? Un asemenea model trebuie conceput pornind de pe pozițiile instruirii active.

Principiul didactic al activismului și-a aflat o deplină întruchipare în cadrul școlii sovietice, pe baza ideii avansate de aceasta, potrivit căreia învățarea antrenează după sine dezvoltarea (L. S. Vigotski, 1956, 1960 și alții). La finele deceniului al cincilea și la începutul deceniului al șaselea, problema activizării procesului instructiv-pedagogic trece tot mai mult pe primul plan. Faptul nu este întîmplător. Progresul științific și tehnic intensiv, pe de o parte, are drept consecință îmbogățirea și complicarea sistemului de cunoștințe și priceperi, iar pe de altă parte, impune dezvoltarea inițiativei și a independenței individului, a capacității de autoinstruire și de utilizare în mod creator a experienței acumulate. În același timp, nu putem însă afirma că tendința instruirii „pasive" a fost total înlăturată.

„Există numeroase dovezi care atestă că *„tipul de proces instructiv"*, dominant la noi între anii 30—50, a contribuit și *continuă în bună măsură să contribuie și în prezent* (sublinierea ne aparține — *T.K.*) la formarea unor executanți pasivi... Acest tip de instruire a ajuns într-o contradicție evidentă cu cerințele dezvoltării sociale". (M. N. Skatkin, 1966, b, p. 3).

Tendințele acestui tip de proces instructiv se manifestă atît în domeniul învățămîntului tehnico-profesional, cît și în desfășurarea instruirii prin muncă în școala de cultură generală. Firește că instruirea construită pe principiul comunicării unor cunoștințe gata elaborate nu-l satisface pe pedagogul doritor să dezvolte gîndirea tehnică a elevilor în procesul activității tehnice.

Plecînd de la caracteristicile problemei tehnice, ca atare, și de la particularitățile procesului de rezolvare a acesteia, trebuie să se

caute o metodă adecvată (în sensul larg al cuvîntului) pentru dezvoltarea inteligenței tehnice în procesul instruirii.

În acest scop, în colaborare cu un grup de profesori de la școala profesională-tehnică nr. 40 din Moscova — I. I. Goldin, I. I. Jukovet, N. F. Sinițkaia, M. L. Kazinik, B. I. Obșadko — am organizat, începînd cu anul 1965, o instruire experimentală a elevilor, în condițiile clasei. Ulterior, o asemenea instruire a fost realizată la clasele mici ale școlii de cultură generală (școala nr. 91 din Moscova), de către E. A. Faraponova, colaboratoare a laboratorului nostru. În aceeași activitate a fost inclus și un grup de fizicieni de la laboratorul pentru instruirea programată al Universității de stat din Tadjikistan (conducător — I. I. Rakitin), precum și cîțiva cercetători (V. V. Evdokimov, L. V. Volcegurski, A. I. Kotovski) de la catedra pentru disciplinele tehnice generale din cadrul Institutului pedagogic din Rostov (conducător — E. K. Korcinski).

Pentru a ne reprezenta mai clar cum ar trebui să fie învățămîntul tehnic, vom recurge la analiza deficiențelor sale.

E. V. Gurianov, unul dintre primii cercetători care a atras atenția asupra unor lipsuri esențiale existente în instruirea prin muncă a elevilor, sublinia pe bună dreptate că în metodicile consacrate acestei instruiri sînt descrise foarte amănunțit diferitele feluri de muncă și procedeele concrete de îndeplinire a lor (1943, 1957, 1958; culegerea *Predarea lucrului manual în școala elementară*, 1959). El a arătat că, în afară de familiarizarea cu diferite genuri de muncă și de însușirea anumitor deprinderi speciale, este necesară și o pregătire psihologică pentru muncă, în care să se includă educarea intereselor, dezvoltarea autonomiei și a spiritului de inițiativă, a sferei volitive a personalității. Dar tocmai aceste calități, extrem de importante pentru viitorul participant la procesul muncii, sînt dezvoltate cu totul nesatisfăcător.

E. V. Gurianov a subliniat, de asemenea, că acțiunile propriu-zise de muncă, succesiunea lor, pot fi structurate în mod variat. Într-un caz, „activitatea psihică a elevului în îndeplinirea sarcinii de lucru se reduce, în principal, la memorarea și reproducerea operațiilor demonstrate de profesor; în al doilea caz, elevul trebuie să conceapă și să selecteze independent acele operații și acea succesiune a lor... care prezintă o eficiență maximă. Primul tip de activitate, sprijinit cu precădere pe procesele memoriei, poate fi denumit reproductiv. Cel de-al doilea, care reprezintă structurarea procesului de muncă pe baza gîndirii independente, poate fi denumit constructiv. Particularitatea sa fundamentală constă în analiza independentă a procesului de muncă, în înțelegerea interrelației dintre acțiuni, înțelegerea scopului și a condițiilor acestora, în aplicarea practică a regulilor însușite de elev anterior sau indicate de profesor înainte de începerea activității" (culegerea *Predarea lucrului manual în școala elementară*, 1959).

Corespunzător acestor două genuri de activitate psihică, susține autorul, metodele instruirii prin muncă pot fi împărțite în „reproductive" și „constructive". Deși E. V. Gurianov semnalează că în realitate se aplică adesea o metodă „reproductiv-constructivă", din punctul nostru de vedere, împărțirea propusă de el este întrucîtva rudimentară. Totuși, meritul autorului constă în identificarea cu claritate a celor două modalități diferite de abordare a structurii instruirii prin muncă, realmente întîlnite în practică. Subliniem că primul mod de abordare ocupă, pînă în prezent, în școală (în școala tehnică-profesională sau chiar în institutele de învățămînt superior) un loc nejustificat de mare.

Principala deficiență a metodei „reproductive" nu constă numai în faptul că ea se sprijină în mare măsură pe activitatea memoriei elevilor, cerîndu-le reproducerea exactă a acțiunilor demostrate (lucru absolut necesar într-o serie de cazuri), ci și în slaba ei contribuție la structurarea corectă a acțiunilor și, în cele din urmă, la formarea activității în ansamblu.

Se pot forma destul de multe deprinderi concrete de muncă, fără a însemna însă că a fost formată activitatea în ansamblu. Orice activitate (inclusiv cea tehnică) presupune o ierarhie a acțiunilor, înțelegerea legăturilor și relațiilor legice dintre acestea. Dacă o asemenea ierarhie nu se constituie, este greu să-i pretinzi omului înțelegerea legăturii dintre diferitele verigi ale procesului de muncă și priceperea de a-l construi corect.

E. V. Gurianov a distins și „principalele forme de manifestare ale activității constructive" (*idem*, p. 7). Printre acestea, se numără planificarea, execuția, controlul și aprecierea generală a muncii efectuate. La modul propriu, aceste „forme de manifestare" reprezintă etapele fundamentale ale procesului muncii, fiecare aflîndu-se într-o relație intimă cu celelalte.

Sînt, de asemenea, interesante ideile autorului privind instructajele complete și cele incomplete, aplicate cu succes în instruirea prin muncă, și ideile privind caracterul controlului asupra propriilor acțiuni. El are dreptate să considere controlul ca nefiind o simplă constatare a erorilor, din păcate extrem de răspîndită în practica instructivă. Trebuie create condițiile care să determine la elevi apariția ideii de a afla cauzele erorilor pe care le-au comis. Activitatea de control ce se manifestă sub acest aspect este, bineînțeles, legată de activitatea analitică a gîndirii.

Imperfecțiunea instruirii prin muncă, susțin numeroși psihologi și pedagogi, are drept consecință o dezvoltare slabă a gîndirii autonome, frînînd formarea priceperii și deprinderii de a lucra independent (E. V. Gurianov, 1958; W. Okoń, 1962, 1968; M. N. Skatkin 1956, 1957; M. I. Mahmutov 1972 și alții). În cazul acesta, caracterul independent al muncii este considerat și ca premisă a reușitei și ca rezultat al instruirii. T. N. Borkova vede în caracterizarea calitativă a muncii independente a elevilor dovada gradului de pregătire prin muncă a acestora (culegerea *Predarea muncii manuale în școala elementară*, 1959).

În una dintre cercetări (op. cit.), ea a organizat trei experimente cu elevi din clasele I—IV, „dozînd" pentru fiecare clasă în mod diferit gradul de autonomie al elevilor. În unele cazuri, toate operațiile și procedeele realizării operațiilor erau reglementate cu strictețe de către profesor; în altele, după o perioadă de pregătire, elevul acționa independent, deși în fața lui se afla modelul produsului; în sfîrșit, după o pregătire prealabilă, elevii își îndeplineau munca absolut independent. În seria a II-a de experimente, eficiența activității era stabilită pe baza unui instructaj incomplet, prin care erau indicate numai etapele principale de lucru. În seria a III-a se efectua analiza comparativă a reușitei confecționării unui nou produs, în condițiile în care unii elevi efectuaseră o practică de muncă independentă, iar alții nu.

T. N. Borkova constată că în activitatea „după model și din memorie" (*idem*, p. 16) elevii au făcut mai multe erori decît atunci cînd au urmat cu strictețe indicațiile profesorului. S-ar părea că acest fapt constituie în sine un argument clarificator. Totuși, „experiența a dovedit că în cazul în care elevii s-au exersat în a lucra independent, ei executau sarcina nouă mult mai rapid și mai bine. Prin urmare, munca independentă contribuie la formarea unor deprinderi mai generale, care determină la rîndul lor o realizare mult mai reușită a noilor procese de muncă" (*idem*, p. 21). Se înțelege că pentru activitatea ulterioară „efectul autonomiei" nu este întîmplător. În prezența unei activități independente, însuși procesul muncii devine obiect de conștientizare; procedeele corecte ale activității se generalizează, se conturează principiile pe care ele se sprijină. În mod special, această constatare a condus la punerea problemei deprinderilor mai generale de muncă (E. V. Gurianov, 1958; A. A. Smirnov, culegerea *Probleme de psihologia formării deprinderilor de muncă în școală*, 1968; E. A. Faraponova, aceeași culegere, 1968; V. V. Cebîșeva, 1969 ș.a.), deosebit de importante în însușirea unor genuri diferite de muncă. La această categorie de priceperi se referă priceperea de a planifica, de a regla și controla independent propria activitate. Mai tîrziu, priceperilor generale de muncă le-au mai fost subsumate priceperile de a citi desenele tehnice, cele implicate în elaborarea procesului de rezolvare a problemei tehnice și altele.

Totuși, problema privind „efectul autonomiei" rămîne pînă în prezent nerezolvată. Pentru că aceleași rezultate finale ale activității independente omul le poate atinge prin procedee diferite, fie chiar și prin procedee care din punct de vedere psihologic și pedagogic nu se pot considera ca satisfăcătoare. Una dintre aceste căi neeficiente de atingere a rezultatului rezolvării problemelor de muncă este folosirea metodei încercărilor și erorilor. Ca să ajungă la rezultatul corect, atunci cînd nu este ajutat, omul e nevoit să încerce un număr de variante (fie chiar succesiv și fără repetări inutile), să efectueze numeroase încercări. Deși aici generalizarea se realizează, ea este extrem de costisitoare. Devine necesar, după cît se vede, ca, păstrînd caracterul explorator al activității în condițiile muncii independente, omul să beneficieze, în același timp, de o orientare pe făgașul adecvat, prin crearea unui sistem de îndrumare a acestei activități independente.

„Explicațiile și indicațiile instructive ale profesorului — scrie E. V. Gurianov — nu trebuie să reducă activitatea intelectuală la simpla memorare și îndeplinirea pasivă a instructajelor. Acestea trebuie să-l stimuleze pe elev în a căuta independent soluționarea problemelor primite, recurgînd la ajutorul profesorului numai în cazurile necesare" (1958, p. 3). Afirmația că autonomia trebuie să se manifeste sub forma activității de căutare este, desigur, judicioasă, dar se pune întrebarea: care e funcția reglatoare a ajutorului și cum pot fi stabilite aceste „cazuri necesare"?

Astfel, majoritatea cercetătorilor recunosc că una dintre principalele lipsuri ale instruirii prin muncă o constituie sărăcirea ei intelectuală.

Imperfecțiunea instruirii prin muncă își găsește expresia și în faptul că la baza conținutului acesteia se află încă, nu rareori, unele reprezentări învechite asupra caracterului și a procesului muncii, care se repercutează asupra conținutului și metodelor instruirii prin muncă. Ele nu satisfac nivelul exigențelor impuse de progresul științific și tehnic. Să ilustrăm acest lucru prin două exemple. Pînă nu de mult, operațiile manuale de tîmplărie ocupau un loc important în programele școlare, în timp ce în condițiile producției mecanizate moderne, locul și rolul acestor munci manuale devine cu totul neînsemnat. Un al doilea exemplu: în anii '30, profesiile de ajustor și depanator erau atît de rare încît ele nu figurau în diferitele îndreptare tarifare, pe cînd astăzi se cunosc

numeroase specialităţi cu un astfel de profil profesional. Totuşi, în programele actuale pentru instruirea prin muncă (în special în cele şcolare), cunoştinţele, priceperile şi deprinderile implicate de operaţiile de ajustare şi de activitatea exploratorie necesară rezolvării problemelor tehnice ocupă un loc nesemnificativ.

După cît se pare, tehnica, tehnologia şi organizarea modernă a producţiei se caracterizează printr-o serie de tendinţe contradictorii, la prima vedere: pe de o parte, specializarea producţiei, iar pe de alta, integrarea (politehnizarea) acesteia. Şcoala de cultură generală trebuie să le ofere elevilor nu numai cunoştinţele de bază din domeniul diferitelor ştiinţe, ci şi cunoştinţe referitoare la bazele tehnicii. Aceasta este o necesitate obiectivă a etapei actuale de dezvoltare a învăţămîntului general şi politehnic.

„Procesele generale ale producţiei şi principiile generale ale acesteia — scrie S. M. Şabalov — există în mod obiectiv în industrie şi în agricultură, ele fiind descoperite în permanenţă de către ştiinţele despre producţie. Industria de maşini grele, care a condiţionat necesitatea istorică a formării muncitorului multilateral dezvoltat, pregătit la nivel politehnic, dezvăluie ea însăşi în mod obiectiv şi căile de înfăptuire a acestei tendinţe istorice.

În procesul dezvoltării producţiei are loc diversificarea proceselor, acumularea fenomenelor comune pentru toate tipurile de producţie. Şi cunoaşterea ştiinţifică a producţiei urmează aceeaşi cale. Sporirea şi diferenţierea cunoştinţelor concrete sînt însoţite de dezvoltarea acestora în direcţia generalizării.

În industria grea are loc o lărgire progresivă a fundamentelor ştiinţifice ale dezvoltării ei, semnificînd tocmai că se dezvoltă bazele comune tuturor ramurilor industriei. Aceste fundamente ştiinţifice comune sînt dezvăluite de tehnologia modernă, care cu cît se ridică spre generalizări teoretice, cu atît mai mult devine o ştiinţă a producţiei în general“ (1956, p. 68).

Prin urmare, nu este greu să ne convingem că, în concordanţă cu tendinţa de politehnizare a producţiei, pe care am examinat-o, instruirea prin muncă trebuie construită pe alte principii psihologice şi didactice decît acelea care au fost folosite pînă nu de mult. Dacă recunoaştem că scopul unei asemenea instruiri constă în formarea cunoştinţelor tehnice generale şi a priceperilor generale de muncă, atunci pe primul plan se va evidenţia latura intelectuală a proceselor de muncă. Totuşi, practica ne arată că instruirea prin muncă nu realizează un astfel de scop. În bună măsură lucrurile se prezintă aşa nu pentru că ar exista anumite lipsuri imanent specifice instruirii prin muncă, ci, înainte de toate, pentru că unele

principii didactice ale instruirii resimt în genere nevoia perfecţionării şi a restructurării.

Este ştiut că o serie de metode de instruire, larg răspîndite şi convenţional înmănunchiate de unii pedagogi şi psihologi sub denumirea de instruire tradiţională, încep să nu mai satisfacă exigenţele mereu crescînde ale şcolii — atît ale şcolii generale, cît şi ale celei speciale (M. N. Skatkin, 1966, a, b; M. I. Mahmutov, 1972; W. Okoń, 1968). În ce mod anume şi cu ajutorul căror principii şi metode de instruire se poate obţine o însuşire mai trainică şi mai profundă a fluxului de informaţie ştiinţifică ce sporeşte impetuos, cum le putem sădi elevilor priceperea să folosească în practică în mod activ cunoştinţele acumulate, cum să le dezvoltăm potenţele creatoare, iată doar o listă modestă de întrebări care stau în faţa instruirii.

Insatisfacţia decurgînd din starea actuală a metodelor de instruire şi-a găsit expresia în critica adusă acestei stări (M. N. Skatkin, 1966, a, b; W. Okoń, 1968; M. I. Mahmutov, 1972; A. M. Matiuşkin, 1972; H. Weck, 1966 şi alţii). Nimeni nu se îndoieşte de justeţea unei atare critici (ceea ce de altfel nici nu se discută), deşi există numeroase dovezi că, practic, sub diferite pretexte, se încearcă respingerea argumentelor ei. W. Okoń (1968) are perfectă dreptate cînd subliniază că noile tendinţe din instruire întîmpină adesea împotrivirea unora dintre teoreticienii şi practicienii ei.

M. N. Skatkin analizează diferitele tipuri de instruire (1966, b). Primul dintre ele, tipul dogmatic, practicat în evul mediu, se sprijinea pe memorarea pur mecanică (fără o suficientă înţelegere). „Această lipsă de înţelegere era absolut necesară întrucît ea permitea învăluirea dogmei scrierilor sfinte în aureola misterului, a inaccesibilităţii pentru simplii muritori“ (*idem*, p. 1). Locul acestui tip de instruire a fost luat, apoi, de tipul explicativ de instruire, deşi urmele dogmatismului au persistat încă multă vreme. Acum se cerea ca toate cunoştinţele expuse să fie explicate şi înţelese de elevi. În acest context s-a născut problema aplicării cunoştinţelor în practică, a utilizării lucrărilor efectuate în mod independent. Totuşi, aici prevalează sarcinile executate după un model şi după şablon. „Tipul respectiv de instruire s-a constituit în liniile sale principale la finele secolului trecut şi la începutul secolului nostru; el este specific şcolii din perioada anilor '30—'50, unele dintre trăsăturile sale fiind proprii chiar şcolii de astăzi, dar nu numai şcolii medii, ci şi învăţămîntului superior“ (*idem*, p. 2).

Acest tip de instruire a fost denumit în diferite moduri de către diferiţi autori: explicativ, contemplativ (M. N. Skatkin, 1966, a, b), de comunicare (W. Okoń, 1968), de receptare (E. Messner, 1968), de iniţiere, instructiv (K. Tomaşewski, *Unterricht als Aufgaben-*

folge, 1967), expozitiv (K. Heinze, 1965). Trebuie menţionat că el era cu precădere specific învăţămîntului profesional. Considerăm însă că denumirea lui cea mai corectă ar fi tip de instruire explicativ-exemplificativ.

Dar instruirea de tip explicativ-exemplificativ nu poate fi definită numai prin prisma atributelor sale negative, şi cu atît mai mult nu poate fi identificată cu instruirea formală, dogmatică. Ea se deosebeşte de aceasta din urmă prin aceea că „învăţătorul, în loc să le pretindă elevilor memorarea, învăţarea pe de rost a adevărurilor expuse, explică aceste adevăruri, argumentează veridicitatea datelor ştiinţifice, a concluziilor legităţilor, folosind procedee intuitive" (M. I. Mahmutov, 1972, p. 7). Se produc modificări şi în activitatea de însuşire a cunoştinţelor de către elevi. „În locul practicării unei memorări mecanice, elevii trebuie să înţeleagă, să conştientizeze ceea ce li s-a expus şi numai după aceea să memoreze. În reproducerea materialului învăţat, un loc tot mai important îl ocupă redarea acestuia prin cuvinte proprii" (*idem*, p. 8). Elevilor li se cere să ştie să aplice cunoştinţele teoretice în activitatea practică. În procesul instructiv pătrund activităţile independente ale elevilor. Dezvoltarea acestui tip de instruire, menţionează M. I. Mahmutov, „s-a înscris ca un remarcabil progres, condiţionat, în principal, prin procesul de structurare a şcolii şi a ştiinţei pedagogice sovietice" *(idem)*.

Totuşi, către sfîrşitul anilor '50 şi începutul anilor '60, au devenit evidente şi unele neajunsuri esenţiale ale tipului expozitiv-exemplificativ de instruire. El nu a mai putut satisface pe deplin exigenţele crescînde ale societăţii. Au început căutările menite să perfecţioneze procesul instructiv-pedagogic, fapt pe care îl atestă experienţa activităţii a numeroase colective de cadre didactice, participante active la toate aceste căutări (culegerea *Experienţa de la Lipeţk privind organizarea raţională a lecţiei*, 1963; M. I. Mahmutov, 1963 ş.a.) Concomitent au fost relevate şi clarificate lipsurile tipului de instruire existent.

Se pot desprinde unele particularităţi şi insuficienţe esenţiale ale instruirii explicativ-exemplificative.

Instruirea este un proces de interacţiune activă între cel care predă şi cei care învaţă. Totuşi, adeseori se întîmplă ca numai profesorul să fie activ. În mod firesc, el vorbeşte mult, explică, demonstrează, arată. Elevilor li se cere un efort destul de mare pentru a înţelege, a reţine şi a reproduce materialul predat. Aceştia consumă un volum important de timp şi cu efectuarea diferitelor genuri de exerciţii. În condiţiile respective de instruire, activizarea intelectuală internă a elevilor este restrînsă. În ceea ce priveşte elementele de creaţie, de căutare, de investigaţie, ele sînt, în general, reduse la minimum. Activizarea elevilor este restrînsă în primul rînd pentru că instruirea, în ansamblu, are un caracter explicativ-exemplificativ. Chiar în cazul efectuării multora dintre sarcinile şi exerciţiile de lucru independent se urmăreşte acelaşi scop unic: consolidarea cît mai trainică a cunoştinţelor şi priceperilor în condiţiile operării, în principal, cu acele probleme a căror metodă de rezolvare a fost demonstrată mai înainte în amănunt; consolidarea sistemului de operaţii reglementat cu stricteţe de către profesor. Instruirea explicativ-exemplificativă, în procesul căreia elevul dobîndeşte cunoştinţe date cu precădere sub o formă finită, limitează în mod accentuat posibilităţile de dezvoltare a independenţei gîndirii şi acţiunilor elevilor. În acelaşi timp, poate deveni un bun durabil al subiectului numai ceea ce a trecut prin gîndirea sa independentă, prin acţiunea sa independentă.

În măsura în care instruirea tradiţională se caracterizează prin activismul unilateral al profesorului, în aceeaşi măsură devine mai dificilă dirijarea procesului de asimilare a cunoştinţelor şi de formare a priceperilor şi deprinderilor la elevi. Profesorul dispune de prea puţine informaţii despre modul în care se „transformă" în conştiinţa elevului cunoştinţele transmise şi despre dificultăţile pe care le întîmpină elevul. În ultima vreme, în legătură cu introducerea programării în instruire, a crescut posibilitatea de dirijare a procesului de învăţămînt. Totuşi, instruirea programată nu poate înlocui întregul proces de învăţămînt. Iată de ce instruirea rămîne, pe ansamblu, insuficient dirijată.

Dificultăţile ce persistă în dirijarea procesului de instruire contribuie ca nivelul complexităţii conţinutului şi ritmul expunerii materialului să poată fi orientate teoretic pe elevi buni, mijlocii şi slabi. În realitate însă, şcoala se „orientează după elevul de nivel mijlociu". Elevii capabili şi cei slabi rămîn adesea în afara cîmpului atenţiei zilnice a profesorului.

O altă consecinţă a posibilităţii reduse de a dirija învăţarea constă în controlul insuficient asupra procesului şi rezultatelor acesteia. Deşi în activitatea instructivă se aplică metoda chestionării şi lucrările de control, verificarea însuşirii cunoştinţelor de către elevi se realizează doar parţial şi nu întotdeauna sistematic. Ea nu devine o parte organică a procesului didactic. În legătură cu aceasta ar trebui menţionat în mod special faptul că, într-un asemenea sistem de instruire, urmărirea dezvoltării intelectuale a elevilor este pusă în condiţii extrem de dificile. Activizarea cognitivă slabă a elevilor determină, dealtfel, un curs prea puţin eficient al dezvoltării intelectuale.

Sintetizînd o serie de concluzii, W. Okoń arată într-o formă metaforică (şi poate de aceea întrucîtva exagerată) spre ce rezultate ne pot conduce neajunsurile instruirii explicativ-exemplificativă.

„Pînă a merge la şcoală, capacitatea cognitivă a copiilor, stimulată de fiecare dată prin noi probleme şi rezolvări, atinge punctul său culminant. În şcoală, acest proces de creştere a «problemelor proprii» încearcă o bruscă inhibare... În locul unei bogăţii uimitoare de probleme personale ale copilului, îşi fac apariţia modele şi scheme impuse de regulile şcolii.

Interesul, acest motor al acţiunilor de explorare ale copilului, începe să-şi piardă poziţia dominantă, locul său fiind ocupat treptat de atotputernica notă. Obţinerea notei maxime sau satisfăcătoare devine un scop mult mai atrăgător al eforturilor copilului decît căutarea unor probleme care să-l intereseze şi rezolvarea acestora cu ajutorul adulţilor. Din timp în timp, spontan se fac auzite şi aceste probleme proprii ale copiilor; ele nu sînt însă incluse de profesor în planul lecţiei sau uneori profesorul le lămureşte fără prea mult entuziasm, aşa încît treptat dispar. Datorită acestui fapt, elevii alunecă tot mai mult în rutina şcolară. Alarma legată de această rutină şi *de totala nedezvoltare a independenţei tineretului* (sublinierea ne aparţine, *T.K.*) este lansată numai atunci cînd elevii — ca absolvenţi ai şcolilor medii — se prezintă la admiterea în învăţămîntul superior, adică atunci cînd îndreptarea acestor deficienţe... ale şcolii este incontestabil tardivă" (1968, p. 61).

Dacă tipul de instruire explicativ-exemplificativ începe să nu mai satisfacă cerinţele mereu crescînde ale învăţămîntului, atunci care sînt căile de activizare a învăţării care să stimuleze dezvoltarea capacităţilor intelectuale şi să formeze atitudinea cognitivă faţă de învăţătură şi faţă de muncă?

2. DESPRE ESENŢA INSTRUIRII PRIN PROBLEMATIZARE

Învăţarea este un proces de sinteză care include particularităţile multora dintre genurile de activitate umană (într-un sens larg).

În procesele învăţării şi ale cercetării putem distinge o serie de componente generale şi esenţiale ale activităţii. În primul rînd, asemănătoare sînt scopurile lor: omul care cercetează şi omul care învaţă au în cele din urmă un interes comun — să înţeleagă fenomenul sau procesul, să stabilească lanţul dependenţelor cauzale, să-şi îmbogăţească noţiunile şi cunoştinţele despre lumea înconjurătoare. În al doilea rînd, şi într-un caz, şi în celălalt, omul intră

într-un contact activ cu obiectele cunoaşterii sau ale studiului său. În al treilea rînd, şi în procesul cercetării, şi în cel al învăţării, subiectul se foloseşte de posibilităţile vaste ale gîndirii sale ca principal mijloc în rezolvarea problemelor cu caracter cognitiv sau cognitiv-didactic, care îi sînt puse.

Cunoscînd diferite fenomene sau procese, însuşindu-şi un anumit material instructiv, omul realizează acest lucru în cursul studierii, al explorării obiectului ce trebuie cunoscut sau însuşit. La fel ca în activitatea de cercetare, în cazul însuşirii unui material şcolar nou, la elev apare, de regulă, o anumită necesitate şi un anumit interes faţă de studierea acestuia. Apoi urmează formularea unor ipoteze, a unor răspunsuri anticipative, la problema pusă. Ipotezele respective pot fi verificate pe cale experimentală.

Fireşte că rezultatele studiului nu vor fi asemănătoare într-un caz şi în celălalt. Consecinţa studiului aprofundat, ştiinţific, va fi o descoperire. Rezultatul învăţării va fi, pe cît este posibil, o însuşire aprofundată a materialului didactic, respectiv o „descoperire pentru sine". Aici putem stabili doar o analogie între procesele învăţării şi cele ale cercetării.

Atît cercetarea, ca una dintre formele activităţii cognitive a omului, cît şi procesul cognitiv, considerat în ansamblu, se realizează în desfăşurarea activităţii intelectuale. „Gîndirea — susţine S. L. Rubinstein — este în esenţă cunoaşterea care conduce la rezolvarea problemelor sau a sarcinilor cu care este confruntat omul" (1958, p. 14).

S. L. Rubinstein subliniază că gîndirea începe acolo unde apare o situaţie-problemă. Altfel spus, acolo unde nu există o problemă, nu există nici gîndire, în sensul cel mai strict al termenului (1946, 1957, 1958, 1959). Situaţia-problemă conţine întotdeauna, după părerea sa, ceva ce trebuie desăvîrşit, definit. Probabil, tocmai de aceea şi rezultatul rezolvării ei va fi o cunoştinţă nouă pentru subiect sau un procedeu de acţiune fie nou, fie modificat.

Aşadar, cunoaşterea ştiinţifică a realităţii şi procesul învăţării sînt într-o oarecare privinţă asemănătoare. De aceea, se poate presupune că procesele învăţării, cunoaşterii, cercetării şi gîndirii sînt legate între ele, se întrepătrund şi uneori chiar trec unele în altele Dar dacă lucrurile se prezintă astfel, nu ar trebui oare ca procesul de învăţare, prin unele dintre trăsăturile sale esenţiale, să modeleze procesul cunoaşterii, procesul investigativ-explorator şi de gîndire? Şi mai cu seamă nu ar trebui ca procesul învăţării să modeleze, într-un anumit grad, procesul gîndirii productive?

În ultima vreme, atît în psihologia sovietică, cît şi în psihologia de peste hotare, se remarcă o tendinţă de apropiere între psihologia

gîndirii și psihologia învățării, fapt asupra căruia ne atrage atenția N. A. Mencinskaia (culegerea: *Studierea gîndirii în psihologia sovietică*, 1966).

După părerea noastră, această situație nu este întîmplătoare. Exigențele științei moderne, ale tehnicii și producției determină necesitatea de a conferi instruirii un caracter „problematizat". Tocmai de aceea este și firesc ca psihologia învățării să apeleze la psihologia gîndirii. În apropierea dintre aceste două ramuri ale psihologiei, simptomatic se dovedește faptul că principiul problematizării începe să fie transpus din psihologia gîndirii în psihologia învățării. Deseori, elaborarea acestuia se identifică cu crearea unei metode specifice de instruire — a metodei problematizării — sau a metodei creării situațiilor-problemă. (W. Okoń, 1968; C. Kupisevici, 1965; N. G. Dairi, 1966; A. M. Matiușkin, 1967, 1968, 1972; K. Heinze, 1968; H. Weck, 1966).

Unii dintre autorii menționați analizează mai degrabă un tip de învățare, și nu una dintre metodele particulare ale instruirii (de aceea, W. Okoń nu denumește în mod gratuit metoda problematizării drept o „metodă de foarte largă semnificație").

Instruirea explicativ-exemplificativă, bazată pe principiul comunicării unor cunoștințe gata elaborate, contribuie la formarea unui stil propriu, specific, de activitate intelectuală. Acest stil constă, în principal, în dezvoltarea gîndirii reproductive și a memoriei elevilor. Instruirea prin problematizare își propune, ca una dintre sarcinile și rezultatele sale principale, dezvoltarea gîndirii independente, productive. Ea este orientată spre formarea activității de explorare, creative.

Se pare că problematizarea instruirii poate fi privită ca una dintre cerințele psihodidactice de primă importanță. Firește că activitatea elevilor include și acțiuni pur executive, memorarea cunoștințelor de-a gata elaborate, operarea după un model ș.a.m.d. Totuși efectuarea acestor acțiuni și „sarcini" de execuție poate fi subordonată scopurilor realizării principiului problematizării, ceea ce înseamnă că momentele de achiziție a cunoștințelor gata elaborate, de operare după model etc. se includ în contextul rezolvării unei sarcini cognitiv-problematice mult mai largi.

Care este, așadar, esența instruirii, a învățării prin problematizare?

Teoria învățării prin problematizare se află încă într-un proces de devenire. Unii autori încearcă să construiască edificiul sistemului de învățare prin problematizare în ansamblu (M. I. Mahmutov, 1972; W. Okoń, 1967), iar alții caută să elaboreze în detaliu unele

laturi ale acestui tip de învățare (M. N. Skatkin și I. I. Lerner, 1965; A. M. Matiușkin, 1972; K. Heinze, 1968; H. Weck, 1966 ș.a.). Și dacă I. I. Lerner consideră că tipurile de probleme cognitive pe care le elaborează constituie „una dintre formele de instruire prin problematizare" (1968, p. 11), în schimb H. Weck, în lucrarea sa consacrată instruirii prin problematizare (1966), încearcă să descopere esența acestei instruiri plecînd de la aspectul psihologic al conceptului de problemă.

„Problema — scrie acesta — este un rezultat al procesului de cunoaștere care conține indicarea unor lacune în sistemul de cunoștințe, evidențiind o contradicție între cunoaștere și necunoaștere și fiind, de aceea, îndreptat mai mult sau mai puțin direct către înlăturarea acestei contradicții" (*idem*, p. 30).

A. M. Matiușkin (1972) acordă un loc important în cercetările sale dezvăluirii conceptului de situație-problemă. „Situația-problemă este o formă specifică de interacțiune cognitivă dintre subiect și obiect, caracterizată printr-o asemenea stare psihică a subiectului (a elevului), în timpul efectuării unei teme, care solicită găsirea (descoperirea sau asimilarea) unor cunoștințe sau procedee de acțiune noi, necunoscute anterior de către subiect" (*idem*, p. 193). Din punct de vedere psihologic, în structura situației-problemă se poate include, în primul rînd, o trebuință de cunoaștere, în al doilea rînd, căutarea cunoștințelor sau a procedeelor de acțiune necunoscute, în al treilea rînd, posibilitățile intelectuale ale subiectului, compuse din experiența și capacitățile acestuia. „Clasele principale de situații-problemă se diferențiază în funcție de componenta acțiunii care se cere însușită (o legitate a unui obiect, anumite procedee sau condiții de operare) *(idem)*.

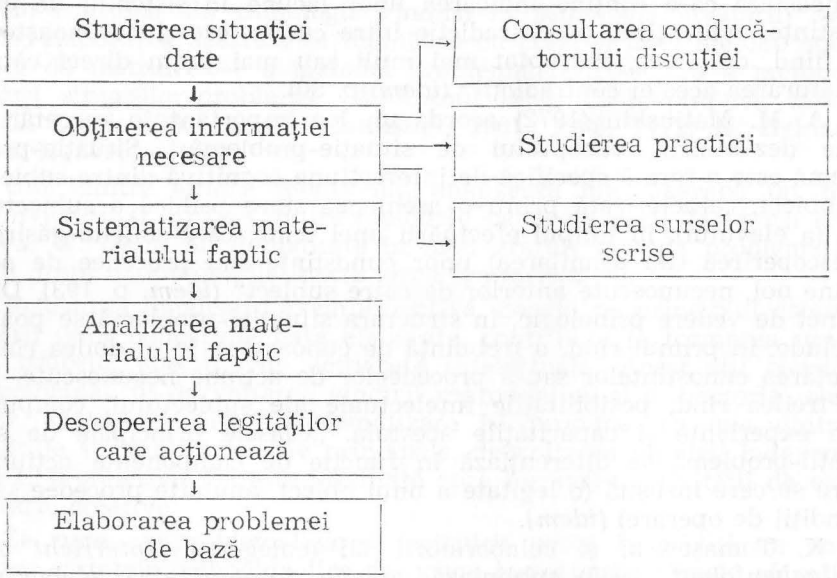
K. Tomașewski și colaboratorii săi (culegerea *Unterricht als Aufgabenfolge*", 1965) subliniază anume însemnătatea elaborării unui sistem de teme cu caracter problematic, în scopul incitării activității intelectuale a elevilor. Sistemul unor asemenea probleme, prezentate într-o succesiune didactică, poate servi ca mijloc atît pentru organizarea activității școlare a elevilor, cît și pentru conducerea acestei activități de către profesor.

O aplicare originală a teoriei instruirii prin problematizare la sistemul învățămîntului tehnic-profesional o oferă K. Heinze (1968). Este vorba despre așa-numita „metodă a studiului de caz" *(Fallmethode)*. În ce constă esența acestei metode? În procesul de instruire, profesorul creează situații-problemă concrete, preluate din practica productivă. Elevului i se cere efectuarea unei analize profunde și multilaterale a situației, precum și alegerea soluției optime de rezolvare a problemei în situația dată.

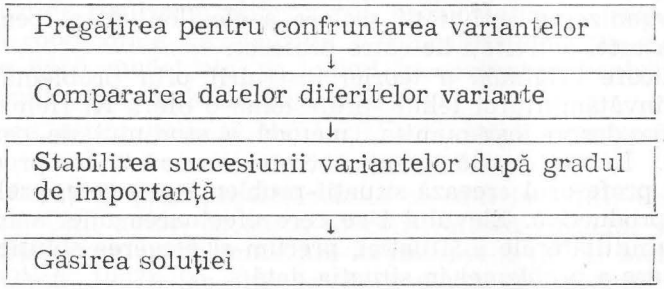
În felul acesta, la baza instruirii se află probleme tehnice reale, de producție, cu toate caracteristicile lor. Rezolvarea acestora trebuie să contribuie la dezvoltarea gîndirii tehnice.

Autorul propune o serie de modele, corespunzînd etapelor de rezolvare a situației concrete: 1) familiarizarea cu cazul concret respectiv; 2) stabilirea variantelor de rezolvare; 3) găsirea rezolvării; 4) argumentarea rezolvării.

Structura primei etape este prezentată de către K. Heinze în felul următor (1968, p. 37):



În etapa a doua, elevii examinează problema în planuri diferite, din puncte de vedere diferite:



În etapa cînd are loc susținerea soluției adoptate, este necesar ca modalitatea de rezolvare aleasă să fie fundamentată din toate punctele de vedere, iar soluția să fie realizată practic.

Aplicarea metodei studiului de caz face posibile trei situații de bază, corespunzînd caracterului problemelor tehnice de producție. În prima, elevii capătă întreaga informație necesară, situație ce își are, așa cum observă K. Heinze, scăderile ei, pentru că în practica de producție, de regulă, ea nu se întîlnește sau se întîlnește foarte rar. În a doua, elevii nu primesc întreaga informație, astfel încît devine necesară studierea analitică a situației concrete și culegerea unor informații suplimentare (aceasta este o situație apropiată de practica producției). În a treia situație, elevilor le este descris succint cazul concret, neoferindu-li-se toată informația necesară, fapt care, de asemenea, corespunde condițiilor din producție.

Din punct de vedere psihologic, aceste situații reprezintă, după cît se pare, niveluri diferite de rezolvare a problemelor, prevăzute pentru diferitele niveluri de însușire a materialului, de formare a gîndirii tehnice.

În genere, se poate constata că în psihologie și în didactică, atît în U.R.S.S. cît și în alte țări, ideile instruirii prin problematizare cuceresc, în ultimii ani, tot mai mult teren în teoria și practica instruirii. În prezent, mulți cercetători din domeniul instruirii prin problematizare subliniază că noțiunea de situație-problemă este o noțiune centrală pentru teoria ce privește acest tip de instruire. Din punctul nostru de vedere, trebuie considerată aici și o altă noțiune fundamentală, și anume aceea de metodă de rezolvare a situației-problemă. Este cert faptul că multe eșecuri anterioare ale instruirii prin problematizare și o parte din încercările nereușite de astăzi se leagă de existența unor reprezentări neclare asupra metodelor de rezolvare a situațiilor-problemă de către elevi, ceea ce îngreuiază, mai departe, dirijarea activității lor. De aceea, caracterizînd esența învățării prin problematizare este necesar să dezvăluim, pe cît posibil, conținutul noțiunilor de situație-problemă și metodă de rezolvare a situației-problemă.

În activitatea exploratorie a omului, îndreptată spre rezolvarea unei situații-problemă, se pot separa patru etape fundamentale: 1) apariția problemei ca atare și a primilor indici orientativi pentru rezolvare; 2) conștientizarea (înțelegerea) aprofundată și „acceptarea" ei de către individ; 3) procesul de căutare a răspunsului la problema „acceptată" de subiect (analiza condițiilor sarcinii problematice, actualizarea cunoștințelor și a priceperilor asimilate anterior, formularea de ipoteze, examinarea și verificarea lor); 4) obținerea rezultatului final și evaluarea acestuia din toate punctele de ve-

dere. În procesul instructiv, unele particularităţi ale activităţii de explorare pot fi, pînă la o anumită limită, modelate. În aceste condiţii, interacţiunea dintre elev şi materialul de însuşit se desfăşoară după o schemă modificată. În cazul instruirii explicativ-exemplificative, se realizează o trecere de la comunicarea de către profesor a cunoştinţelor gata elaborate şi asimilarea lor de către elevi (prin memorare, prin copierea procedeului de operare etc.), la exerciţii constînd în efectuarea unor teme şcolare de aplicare şi fixare, în cele din urmă, a cunoştinţelor respective. În cazul instruirii prin problematizare, această schemă suferă o restructurare: asimilarea şi aplicarea cunoştinţelor şi de implementare a lor se desfăşoară pe tot parcursul activităţii, începînd cu formularea, de către profesor, a temei-problemă şi cu înţelegerea sau „acceptarea" problemei de către elevi şi trecînd prin procesul rezolvării ei.

Astfel, instruirea prin problematizare implică crearea (organizarea) situaţiilor-problemă, conştientizarea, „acceptarea" şi rezolvarea acestor situaţii în procesul activităţii desfăşurate în comun, de elevi şi profesor, în condiţiile unei autonomii totale a celor dintîi şi sub conducerea general-directivă a celui din urmă.

Instruirea prin problematizare (ca orice alt gen de instruire) poate contribui la realizarea următoarelor două scopuri: 1) formarea unui sistem necesar de cunoştinţe, priceperi şi deprinderi; 2) atingerea unui nivel înalt de dezvoltare intelectuală, dezvoltarea capacităţii de învăţare independentă, de autoinstruire. Ambele scopuri pot fi îndeplinite cu mai mult succes tocmai în procesul instruirii prin problematizare, deoarece însuşirea materialului şcolar se realizează aici în condiţiile intensei activităţi explorative a elevilor, în procesul rezolvării de către aceştia a unui sistem de teme cognitiv-problematice. Cunoştinţele, priceperile şi deprinderile achiziţionate pe această cale sînt active, ele pot fi rapid actualizate şi aplicate în practică. Rezolvarea sistemelor de sarcini cu caracter problematic, generalizarea cunoştinţelor şi a procedeelor de acţiune, transferul priceperilor dobîndite la rezolvarea de probleme noi — toată această activitate, însoţită de „satisfacţia intelectuală" decurgînd din învingerea dificultăţilor şi din „descoperirile" obţinute prin forţe proprii exercită o influenţă favorabilă asupra sferei cognitive a personalităţii: se constituie interese şi motive cognitive stabile pentru activitatea şcolară, se elaborează atitudini cognitive pozitive faţă de materialul instructiv şi, în genere, faţă de realitatea înconjurătoare. În sfîrşit, nu trebuie să pierdem din vedere încă un scop important pe care şi-l propune instruirea prin problematizare — formarea unui stil specific al activităţii intelectuale, una dintre caracteristicile esenţiale ale acestuia fiind orientarea activ-explorativă şi independenţa elevilor în rezolvarea unor probleme teoretice şi practice noi.

Aşadar, învăţarea de către elevi a cunoştinţelor şi a procedeelor de acţiune, în condiţiile instruirii explicativ-exemplificatoare, are loc, în principal, pe seama desfăşurării gîndirii reproductive, în timp ce în condiţiile instruirii prin problematizare această învăţare se realizează, preponderent, prin desfăşurarea gîndirii productive (îmbinată cu cea reproductivă). Este limpede că cele două tipuri de instruire nu oferă aceleaşi posibilităţi pentru dezvoltarea intelectuală a elevilor.

3. SITUAŢIA-PROBLEMĂ ÎN INSTRUIRE. TIPURI DE SITUAŢII-PROBLEMĂ

Cercetătorii care folosesc în instruire situaţiile-problemă, de regulă, nu oferă o definiţie cît de cît clară a acestora. Această noţiune este prezentată ca şi cum ar fi axiomatică şi cunoscută dinainte. În alte cazuri se foloseşte definiţia problemei didactice. De pildă, W. Okoń scrie: „O problemă instructivă reprezintă o dificultate practică sau teoretică, a cărei rezolvare este rezultatul unei explorări active desfăşurate de către elev. Cadrul acestei dificultăţi îl constituie, de obicei, o situaţie deliberat organizată, în care elevul, conducîndu-se după anumite cerinţe, tinde să depăşească dificultatea, dobîndind în felul acesta cunoştinţe noi, o experienţă nouă" (1968, p. 67).[88]

Din punctul nostru de vedere, situaţia-problemă ca fenomen subiectiv cuprinde multe sfere ale activităţii psihice a subiectului, fiind o formaţiune complexă. De aceea, socotim că ar fi mai corect să definim situaţia-problemă ca o stare psihică a subiectului, confruntat cu o dificultate practică sau cognitivă, ca o contradicţie care apare între subiect şi obiectul cunoaşterii în activitatea individuală. În acest sens, însăşi „situaţia-problemă reprezintă o formă deosebită de interacţiune intelectuală între subiect şi obiect" (A. M. Matiuşkin, 1972). De pildă, în cazul rezolvării unei probleme tehnice noi, elevul încearcă această stare psihică în momentul în care el este nevoit să rezolve contradicţia dintre un mod de acţiune însuşit înainte şi cerinţele impuse de rezolvarea acelei probleme tehnice necunoscute încă pentru el.

[88] Vezi, de asemenea, definiţia situaţiei-problemă pe care o dă Weck (1966) şi pe care o prezntăm la pagina 221.

Acest aspect a fost redat foarte reușit de I. I. Goldin: „Situația-problemă este, de fapt, o întrebare pe care elevul și-o pune sie însuși" (culegerea *Despre instruirea prin problematizare*, seria 3, 1973). Prin aceasta, situația-problemă se deosebește esențial de o întrebare obișnuită.

Să examinăm această deosebire recurgînd la un exemplu concret din practica instruirii experimentale (datele îi aparțin lui I. I. Goldin). Cînd profesorul întreabă: „Ce este legea, lui Hook" sau „Cum trebuie înțeleasă legea lui Hook?, avem de-a face cu întrebări obișnuite. La fel de obișnuită va fi și o altă întrebare, mai complicată, care reclamă reconstituirea în memorie a unor dependențe cauzale: „Ce factori influențează capacitatea de alungire a aerului?". Profesorul poate pune toate aceste întrebări numai după ce elevii au studiat legea respectivă.[89] În timpul însușirii noilor cunoștințe sau a unor procedee de acțiune, asemenea întrebări sînt fără sens.

Aici este necesară activitatea investigativă a elevilor — rezultat al unei situații-problemă special organizate. În cazul nostru concret, o astfel de situație poate fi rezultatul demonstrării succesive a unei serii de experiențe (sau al descrierii lor). De exemplu, în seria I, aceeași bandă elastică este întinsă cu forțe diferite. În seria a II-a, benzi de lungimi diferite, dar de aceeași grosime, sînt întinse cu o forță egală. În seria a III-a, benzile au grosimi diferite, în schimb lungimea și forța de acțiune sînt aceleași. În seria a IV-a, lungimea, grosimea și forța sînt egale, dar sînt diferite materialele folosite (să spunem, cauciuc sau fibre de masă plastică).

Analiza acestor experiențe le oferă elevilor un bogat material de reflecție: „De ce diferă rezultatele experiențelor — alungirea observată?"; „Care este influența diferiților factori?". Reflecția, la rîndul ei, creează baza pentru a formula unele ipoteze, cu care și începe de fapt rezolvarea situației-problemă.

Așadar, primul semn de recunoaștere a unei situații-problemă, în condițiile instruirii, este următorul: ea generează o dificultate care poate fi depășită de către elev numai ca urmare a unei activități individuale de gîndire.

Mai departe, situația-problemă trebuie să capete pentru elev o semnificație autentică, fapt subliniat de W. Okoń (1968) și I. I. Goldin (culegerea *Despre instruirea prin problematizare*, seria 3, 1974). De aceea, apariția ei trebuie să fie legată de interesele și de experiența anterioară a elevilor (inclusiv de cunoștințele însușite). În

[89] Se înțelege că și elevul poate să pună asemenea întrebări, pentru autocontrol.

cazul în care acest obiectiv este nerealizabil, situația-problemă trebuie organizată pe baza fenomenelor observabile în mod real.

În fine, o situație-problemă mai amplă trebuie să includă un șir de situații-problemă parțiale. Problema mare trebuie, astfel, dezmembrată în subprobleme, aflate în relație și decurgînd una din alta. Rezolvarea lor succesivă va demonstra dependența cauzală dintre fenomenele sau procesele care sînt studiate. Prin urmare, situația-problemă trebuie să fie dinamică.

În procesul de instruire, aceste trăsături specifice ale situației-problemă sînt intercorelate. În fond, activitatea exploratorie individuală a elevului reclamă prezența anumitor stimuli, iar aceștia sînt dați chiar de condiția autenticității problemei, de înțelegerea caracterului ei real. În ceea ce privește dinamicitatea, aceasta se conturează în cursul activității exploratorii, decurgînd din desfășurarea ei pe etape.

Drept principal criteriu pentru distingerea tipurilor de situații-problemă ne-a servit principiul nonconcordanței, al contradicției existente în sistemul de cunoștințe și de priceperi pe care le posedă elevul într-o etapă dată. Se știe că forța motrice a dezvoltării o constituie contradicția. Acest lucru îl considerăm valabil și în privința dezvoltării gîndirii productive. Rezolvarea oricărei probleme de gîndire înseamnă înlăturarea unei neconcordanțe sau a unei contradicții dintre ceea ce este cunoscut și ceea ce nu a fost încă studiat, dintre ceea ce a devenit o achiziție cognitivă și ceea ce urmează să devină o astfel de achiziție.

În acord cu această abordare, pot fi descrise și identificate distinct anumite tipuri de situații-problemă care apar mai frecvent în procesul instructiv.

1. O situație-problemă se naște atunci cînd se manifestă o neconcordanță între sistemele de cunoștințe pe care elevul le posedă și cerințele noi ce apar în cursul rezolvării unor noi teme școlare. Neconcordanța sau contradicția amintită apare, în primul rînd, între cunoștințele vechi, însușite de elev, și datele noi, care intervin în cursul rezolvării temelor respective. În al doilea rînd, neconcordanța poate viza nivelul cunoștințelor, iar nu caracterul lor, care poate fi concordant; este astfel posibil ca nivelul de cunoștințe disponibil să nu corespundă cu nivelul solicitat, situîndu-se mai jos sau mai sus unul în raport cu celălalt. În al treilea rînd, poate apărea o neconcordanță între cunoștințele de natură diferită: cunoștințe științifice și cunoștințe naive, empirice, practice.

De pildă, elevilor li se propune să rezolve următoarea situație-problemă: este oare necesară aceeași forță pentru deplasarea pe o suprafață plană a unui corp în formă de paralelipiped, dacă el se

sprijină, într-un caz, pe fața mărginită de laturi mari, iar în alt caz, pe fața mărginită de laturi mici?

Pe baza reprezentărilor proprii, elevii ajung, de regulă, la concluzia că pentru deplasarea paralelipipedelor ce se sprijină pe latura mică este necesar un efort mai redus, și aceasta pentru că ei interpretează într-un mod specific legile frecării: întrucît frecarea este un proces de înlăturare a rezistenței mișcării relative a două corpuri ce se ating, după părerea lor, cu cît suprafața de frecare este mai mare, cu atît mai mare este și forța de rezistență la deplasare. Situația-problemă apare atunci cînd aceste reprezentări nu se confirmă în perioada desfășurării experimentului de către elevi: și într-un caz, și în celălalt, forța de deplasare necesară (deci și forța de rezistență) se dovedește a fi aceeași (datele aparțin lui I. I. Goldin, culegerea *Instruirea prin problematizare și instruirea programată*, 1973).

2. Posibilitatea creării situațiilor-problemă este asigurată și de faptul că elevii sînt puși în fața unei alegeri complicate: din sistemele de cunoștințe însușite, ei trebuie să aleagă acel unic sistem necesar a cărui folosire exclusivă poate să asigure rezolvarea corectă a problemei propuse.

Așa, de pildă, în procesul studierii diferitelor metode de prelucrare a metalelor (prin turnare, presare, sudare, tăiere), elevilor le este propus un sistem de probleme cu date de prisos. Din multitudinea metodelor de prelucrare pe care le cunosc, elevii trebuie să aleagă metoda cea mai potrivită pentru piesa respectivă.

Acest tip de situații care creează o problemă de alegere nu privește numai problemele cu caracter pur didactic. El este specific pentru numeroase situații cu caracter practic, de producție. Eficiența rezolvării, unor asemenea situații depinde de alegerea completă, corectă a datelor, de actualizarea cunoștințelor necesare.

3. În procesul instruirii, situații-problemă apar adesea atunci cînd elevii sînt confruntați cu condiții practice noi de folosire a unor cunoștințe însușite, cînd are loc căutarea căilor de aplicare a cunoștințelor în practică, în condiții modificate față de cele pe care le-au întîlnit în instruire.

În procesul instruirii apar numeroase situații-problemă de acest fel, rezolvarea lor reclamînd priceperea de a vedea și utiliza o anume lege teoretică, și nu alta, priceperea de a aplica cunoștințele în condițiile atît de variate ale practicii. Dacă aceste condiții sînt noi (spre deosebire de acelea în care a avut loc acumularea de cunoștințe), succesul transferului de cunoștințe va depinde de varietatea condițiilor de aplicare a lor, de gradul de generalizare și diferențiere a condițiilor respective. De aceea, cu cît va fi mai vastă

experiența de aplicare a cunoștințelor în condiții practice diferite, cu atît mai mare va fi gradul de activare și de independență pe care îl vor dobîndi elevii în explorarea căilor de aplicare, cu atît mai eficientă va fi însușirea principiilor generale de rezolvare a diferitelor tipuri de probleme.

Nu putem trece cu vederea faptul că, în unele cazuri, utilizarea cunoștințelor, alături de însușirea unor informații noi, poate duce la formarea, la obținerea de noi cunoștințe și moduri de acțiune. Astfel, în urma studierii tuturor metodelor de producere a oțelului, elevilor le este dată o sarcină formulată astfel: „Cum trebuie să arate cuptoarele viitorului?". În activitatea desfășurată în comun de profesor și elevi se realizează căutarea principiilor de construcție și funcționare a diferitelor cuptoare. Pe baza tuturor cunoștințelor existente și a utilizării unora dintre informațiile noi, elevii ajung la concluzia că, odată cu dezvoltarea automatizării, a tehnicii electronice și a teleghidării, va deveni posibilă realizarea reglajelor pentru procesele de topire și obținere a oțelului în conformitate cu compoziția cerută (datele aparțin lui I. I. Jukoveț, culegerea *Despre instruirea prin problematizare, seriile* 1 și 2, 1967, 1969).

4. Situația-problemă apare și atunci cînd există o contradicție între calea teoretic posibilă de rezolvare a unei probleme și imposibilitatea sau ineficiența alegerii acestei căi pentru rezolvări practice; ea apare și atunci cînd intervine o contradicție între un rezultat practic, obținut prin îndeplinirea unei sarcini, și absența fundamentării teoretice a acestui demers practic.

Construită potrivit acestui principiu, situația-problemă dobîndește o însemnătate deosebită în rezolvarea problemelor de proiectare tehnică, de construcție și modelare, de perfecționare a mașinilor, a mecanismelor, a proceselor tehnologice sau, în genere, în rezolvarea diferitelor probleme tehnice de producție.

Nu orice rezolvare, teoretic posibilă, a unei probleme tehnice sau tehnologice se poate realiza în condițiile unei anumite producții concrete, astfel încît să fie și rațională, și avantajoasă economic etc.

Elevii știu că procesul de obținere a oțelului din minereu de fier are două etape: la început, în furnal, din minereul de fier se toarnă fonta, apoi minereul este supus unei prelucrări în cuptorul de topitorie a oțelului, unde de fapt se și produce oțelul. Se pune apoi întrebarea: poate fi oare obținut oțelul direct din minereu? În procesul discutării și al emiterii diverselor supoziții se constată că, teoretic, acest lucru este posibil. Elevii discută cu profesorul asupra diferitelor variante practice (perfecționarea furnalului, a diferitelor metode de prelucrare a minereului în cuptoarele Siemens-Martin și în cuptoarele electrice). În urma unor discuții foarte detaliate, elevii

ajung la concluzia că această problemă deocamdată este de nerezolvat (datele aparţin lui I. I. Jukoveţ, culegerea *Despre instruirea prin problematizare*, seriile 1 şi 2, 1967, 1969).

Din punct de vedere psihologic, rezolvarea acestui tip de probleme le solicită elevilor o foarte intensă activitate intelectuală. Sarcinile respective creează într-un fel impresia că îmbină în ele probleme şcolare obişnuite şi probleme cu caracter creativ. În cursul rezolvării lor, elevul trebuie să actualizeze cunoştinţele vechi, să le selecteze din diferite sisteme de cunoştinţe, să le includă într-un sistem nou şi să-şi însuşească, în completare, cunoştinţe noi. (Folosind comparaţia, analogia şi alte operaţii intelectuale, el trebuie să formuleze ipoteze, să-şi probeze capacitatea de a le fundamenta teoretic sau practic, respectînd o riguroasă „disciplină de gîndire" etc.).

Dacă cele patru tipuri de situaţii-problemă descrise mai sus sînt pe deplin aplicabile, după cît se pare, la oricare dintre disciplinele şcolare[90], următoarele două tipuri pe care le vom descrie se utilizează cu precădere în cazul predării disciplinelor tehnice. De regulă, aceste situaţii-problemă apar în procesul unitar al operării cu imagini şi noţiuni, aspect considerat de noi ca una dintre particularităţile gîndirii tehnice.

5. Posibilitatea de a crea numeroase situaţii-problemă este asigurată şi de faptul că între aspectul exterior al reprezentărilor schematice de principiu şi finalizarea constructivă a unei instalaţii tehnice concrete nu există o corespondenţă directă.

Conţinutul schemelor tehnice este fixat prin intermediul semnelor convenţionale şi al simbolurilor. Prin urmare, la citirea schemei, simbolurile abstracte trebuie raportate la elementele obiectelor tehnice concrete. Folosind această particularitate a reprezentărilor tehnice de principiu şi a procesului de operare cu ele, putem crea o întreagă serie de situaţii-problemă — de la unele simple, la altele complexe —, rezolvarea lor constituind un mijloc eficient de dezvoltare a gîndirii noţional-figurale (în capitolele I şi II ale lucrării de faţă sînt prezntate date în acest sens).

În vederea formării priceperii de a raporta simbolurile la elementele concrete ale instalaţiei tehnice, elevii efectuează, de pildă, două tipuri de sarcini: 1) este demonstrat concret un cuplu cinematic, în timp ce pe un panou există diferite reprezentări simbolice; 2) se

[90] Fapt pe care l-a demonstrat practica utilizării lor de către profesorii de diferite discipline (M. I. Mahmutov, 1972; N. F. Siniţkaia, culegerea *Despre instruirea prin problematizare*, seria 1 şi 2, 1967, 1969).

oferă o singură reprezentare schematică şi cîteva cupluri cinematice.

6. Crearea situaţiilor-problemă se asigură şi prin faptul că între caracterul „static" al reprezentărilor ca atare şi necesitatea de a citi în ele procese „dinamice" există o contradicţie obiectiv prezentă în schemele de principiu.

Operarea cu schemele îi impune omului reprezentarea mentală a caracterului mişcării, reflectată în ele prin intermediul anumitor raporturi dintre semne sau simboluri. Vom aminti aici că în orice schemă cinematică trebuie sesizată mişcarea părţilor aflate într-o relaţie reciprocă. Fără aceasta, principiul de acţionare a unei maşini sau a unui mecanism nu va putea fi înţeles. În descifrarea unei scheme electrotehnice este necesar să fie urmărită calea de trecere a curentului. Cu alte cuvinte, ca să înţelegem o schemă statică trebuie să operăm cu imagini spaţiale dinamice.

Dacă elevul are în permanenţă de-a face cu aceleaşi scheme-şablon şi dacă „dinamica schemelor" îi este demonstrată pe loc, pe model sau pe o instalaţie tehnică, rezultatele învăţării se dovedesc a fi de cele mai multe ori mediocre. Întîlnind scheme relativ noi şi neavînd întotdeauna posibilitatea să vină în contact cu obiectele reale, elevul comite erori în citirea schemelor şi se orientează cu greu în urmărirea lor. De aceea, în procesul instructiv este necesară crearea unor condiţii pentru formarea priceperii de a opera cu imaginile spaţiale dinamice. Elevii trebuie să ştie să citească schemele, să vadă în ele dinamica diferitelor procese şi fenomen tehnice, fără a fi nevoiţi să recurgă de fiecare dată la modele concrete, la maşini, la instalaţii electrotehnice, pentru a înţelege principiul funcţionării lor (datele respective sînt prezentate în capitolele I şi II ale monografiei).

Rezolvarea acestui tip de situaţii-problemă (ca şi a celui precedent) reprezintă o cale pentru dezvoltarea gîndirii noţional-figurale şi a imaginaţiei.

4. PROCEDEE DE REZOLVARE A SITUAŢIILOR-PROBLEMĂ DE CĂTRE ELEVI

Formarea procedeelor generale de rezolvare a situaţiilor-problemă şi metodele de dirijare a acestui proces constituie unul din aspectele spinoase ale instruirii şi învăţării prin problematizare.

Introducerea instruirii prin problematizare în practica curentă a muncii didactice depinde direct de soluționarea acestui aspect.[91]

O serie de cercetători și profesori-practicieni care utilizează instruirea programată încearcă să o unifice pe aceasta cu instruirea prin problematizare și să aplice, în acest sens, atît programarea liniară cît și programarea ramificată. Astfel, A. M. Matiușkin afirmă că „instruirea prin problematizare este un sistem de instruire ale cărui principii sînt, vrînd-nevrînd, folosite în majoritatea sistemelor de instruire programată. Chiar un sistem ca acela al lui Skinner, în care procesul de gîndire este redus la minimum, creează cu necesitate o situație-problemă elementară în fiecare secvență separată a materialului de instruire programat" (1970, p. 2).

Cu această exagerare putem fi de acord numai în cazul în care noțiunea de plecare — cea de situație-problemă — ar fi considerată într-un sens extrem de larg. O atare viziune s-ar justifica dacă orice acțiune independentă a omului ar fi privită ca un „pas" către rezolvarea unei probleme. Dar, după cît se pare, este nevoie de elaborarea unor forme noi, specifice, de programare, care să fie adaptate special la instruirea prin problematizare.

Instruirea prin problematizare este o construcție ridicată pe teoria învățării; ea se sprijină pe legitățile psihologice ale activității cognitive, intelectuale, în timp ce instruirea programată, în expresia sa „clasică", este doar una dintre formele, fie chiar și foarte importante și necesare, dar nu mai mult decît una dintre formele pe care le pot căpăta modalitățile de organizare a instruirii. În această privință se pare că nu fiecare formă este la fel de adecvată pentru a întruchipa oricare dintre teoriile învățării. Unele sînt mai potrivite dacă le raportăm între ele, altele sînt mai puțin potrivite.

Din punctul nostru de vedere, instruirea programată, cel puțin în formele sub care există în prezent, aduce bune, „servicii", în unele cazuri, tipului de instruire explicativ-exemplificativă, conferindu-i meritele necesare: are loc o creștere a nivelului de autonomie, se asigură cunoașterea rezultatelor de către elev ș.a. Da chiar în această accepțiune, instruirea programată trebuie considerată deocamdată ca o metodă ajutătoare. Analizînd problema activismului la elevi, C. Kupisiewicz (culegerea: *O intensyfikacja nauczania i wychowania,* 1966)* atribuie instruiri programate un loc relativ minor, dar locul

[91] În ultimii ani se fac repetate apeluri de a reduce, cît se poate mai repede și dacă se poate pretutindeni, întreaga instruire la cea de tip, problematic. Aceste apeluri nu pot decît să dăuneze, să discrediteze instruirea prin problematizare.

* *Despre intensificarea instruirii și educației (Nota trad.).*

ce i se cuvine. După părerea lui C. Kupisiewicz, instruirea programată este necesară în cazul transmiterii de „cunoștințe pasive", cînd se cere să fie reproduse cunoștințe și acțiuni însușite, drept răspuns la o anumită întrebare. Este, de asemenea, utilă aplicarea ei pentru înlăturarea unor lacune din cunoștințe. În sfîrșit, ea își găsește o bună justificare pentru atingerea unor obiective de exersare, pentru fixarea cunoștințelor.

Datele publicate de M. L. Kazinik (1967, 1968) arată că instruirea programată, în cadrul pregătirii pentru muncă (îndeosebi, a celei profesional-tehnice), constituind unul din mijloacele de creștere a gradului de autonomie, a elevilor, își are o sferă a ei proprie de acțiune: 1) nu orice material poate și trebuie să fie programat; 2) nu întotdeauna se poate asocia demonstrarea intuitivă necesară cu expunerea programată, fie și pentru că pînă în prezent nu este posibilă asigurarea pentru fiecare elev a unui loc individual de lucru, cu o utilare tehnică completă; mai mult, dacă într-o serie de cazuri condiția respectivă există, elevii nu pot efectua singuri lucrarea experimentală cerută, chiar atunci cînd folosesc un instructaj tipărit; 3) comunicarea cu mașina sau cu un material didactic tipărit îngreuiază influențarea afectivă a elevului; 4) alegerea răspunsului corect din cîteva posibile nu exclude răspunsul pe ghicite. Acest ultim aspect, din punct de vedere psihologic, poate anula toate eforturile îndreptate către crearea situației-problemă, iar „rezolvarea" problemei nu va mai prezenta nici o valoare pentru elevi.

De aceea, în perioada de început a instruirii experimentale la școala profesional-tehnică nr. 40[92], am introdus controlul programat al rezultatelor rezolvării de către elevi a situațiilor-problemă. În acest scop, s-a procedat la o structurare logică riguroasă a materialului, problema mare, generală. fiind segmentată într-o serie de probleme parțiale, subordonate. Experiența respectivă este expusă mai amănunțit într-un articol scris de M.L. Kazinik (culegerea, *Despre instruirea prin problematizare,* seria 3, 1974)[93].

Totuși, încercarea noastră de a introduce controlul programat în procesul instructiv reprezintă numai unul din aspectele proble-

[92] Exprimăm deosebite mulțumiri colectivului de profesori ai școlii, directorului acesteia, S. G. Pomelov, și locțiitorului președintelui Comitetului de Stat pentru învățămîntul profesional-tehnic al Consiliului de Miniștri al U.R.S.S., S. I. Batîșev, pentru atenția și sprijinul acordat întregii activități de cercetare în domeniul instruirii prin problematizare.

[93] Date interesante relatează și E. Fleming (culegerea *Despre intensificarea instruirii și a educației,* 1966). Materialul didactic nestructurat determină o creștere a cunoștințelor cu 30%, pe cînd cel bine structurat după un criteriu anumit, în asociere cu instruirea de tip problematic, conduce la o creștere a cunoștințelor pînă la 90%.

mei generale a dirijării învățării prin problematizare. Trebuie examinate și celelalte aspecte.

Noi am pornit de la premisa că fiecare gen de sarcină de natură problematică își are principiile lui corespunzătoare de rezolvare, un algoritm general de rezolvare (a se vedea capitolul 1). Ce anume trebuie însușit: fiecare algoritm concret de rezolvare a unei probleme date sau principiul general, metoda generală de rezolvare a ei? Se pare că acesta din urmă, deși este cu mult mai ușor de stabilit un algoritm concret de rezolvare a unei probleme concrete, decît să fie căutate și formulate teoretic și experimental principiile generale de rezolvare a unei anumite clase de probleme.

Am presupus, mai departe, că sistemul constituit de instructaje generale trebuie să fie rezultatul unei asimilări de natură problematică a cunoștințelor și priceperilor elevilor. Acest sistem reprezintă de fapt finalul asimilării respective, procesul de elaborare și consolidare a asimilării la elevi trebuind să se desfășoare prin parcurgerea unui sistem special selecționat de teme cu caracter problematic, destinate instruirii școlare. Aici, una din condițiile indispensabile, care ajută la efectuarea controlului și la dirijarea activității elevilor, este succesiunea corectă a prezentării temelor.

O atenție deosebită am acordat-o elaborării temelor de instruire prin problematizare, deoarece, în instruirea pentru muncă și în însușirea cunoștințelor tehnice, apare permanent necesitatea formării unor noi și noi procedee de acțiune. Procesul însuși al formării lor decurge din rezolvarea unei multitudini de situații concrete. Împărtășim aici poziția adoptată de D. B. Elkonin, V. V. Davîdov și colaboratorii lor (culegerile): *Problemele psihologiei școlarilor mici,* 1962; *Posibilitățile psihologice ale școlarilor mici,* 1969) cu privire la modul în care ei tratează temele școlare, al căror scop și rezultat constă în însăși transformarea subiectului care acționează, în formarea unor anumite procedee de acțiune. În același timp, conținutul acestor teme trebuie să conducă la crearea unor situații-problemă. Așadar, o temă cu caracter problematic-instructiv care vizează elaborarea unor procedee de acțiune reprezintă în fapt (cînd se mențin egale celelalte condiții — acceptarea problemei și altele despre care am vorbit înainte) un ansamblu unitar de întrebări, care creează o situație-problemă și îi orientează pe elevi către distingerea atributelor esențiale ale obiectului ce trebuie însușit.

I. I. Rakitin s-a ocupat în mod special în cercetările sale de elaborarea temelor cu caracter problematic-instructiv (culegerile: *Despre instruirea prin problematizare,* seria 3, 1974; *Instruirea prin problematizare și instruirea programată,* 1973).

Acest autor ajunge la „concluzia că orice temă *A*, cu caracter problematic-instructiv, care duce la formarea unei metode de rezolvare (adică a unui algoritm general de rezolvare) pentru o problemă concret-practică de tip *B*, constînd din subtipurile β_1, β_2, β_3, ... β_n, trebuie să includă două grupe de componente principale: alfa și beta.

α — componenta care servește la formarea acțiunii, constă din:

α_1 — asigură crearea situației-problemă;

α_2 — asigură o anumită succesiune a întrebărilor temei cu caracter problematic-instructiv, care servesc la dirijarea descoperirii procedeului de acțiune;

α_3 — asigură controlul (autocontrolul) în formarea procedeului necesar de acțiune, creînd posibilitatea informării inverse (asupra rezultatului atins);

α_4 — componenta care asigură stabilirea gradului de adecvare a procedeului de rezolvare a problemei de tip *B*, procedeu format prin rezolvarea temei cu caracter problematic-instructiv „A";

α_5 — asigură transferul procedeului după stabilirea gradului de adecvare și elaborarea lui;

β — componentă care orientează acțiunea nu după atributele exterioare (empirice, ci după cele esențiale (culegerea *Despre instruirea prin problematizare,* seria 3, 1974, p. 26).

Astfel, din punctul nostru de vedere, jaloanele specifice ale acțiunilor elevilor pot consta într-o anumită succesiune a întrebărilor temei cu caracter problematic-instructiv.

Prin alegerea unor serii speciale de teme și prin verificarea rezolvării lor, se asigură o programare a acțiunilor elevilor. Este de înțeles că în cazul în care elevul și-a însușit un anumit algoritm general (sau o metodă de rezolvare) și îl va aplica la situații noi, aceasta nu va determina încetarea apariției de noi situații-problemă. „De exemplu, un elev și-a însușit metoda stabilirii dependenței funcționale dintre mărimi, analizînd dependența rezistenței conductorului *R* de natura materialului, de lungimea și secțiunea lui. Această metodă a fost folosită de el pentru a deduce legea lui Ohm. Acțiunile elevului, necesare scopului respectiv, sînt elaborate, dar conținutul fiecărei acțiuni va fi acum altul, pentru că alta este și situația de aplicare a acestor acțiuni.

Elevul știe în ce mod trebuie să se apropie de studierea legii lui Ohm, cu ce anume trebuie începută rezolvarea, dar îi rămîne ca problemă să stabilească însăși natura dependenței lui *I* de *U* și de *R*.

Aici, problema elaborării de noi acțiuni pare a fi înlocuită de problema dobîndirii unor noi cunoștințe, și deoarece, în acest caz, noile cunoștințe se însușesc, în principal, pe cale independentă, principiul problematizării rămîne în vigoare.

Totodată, datorită aplicării temelor cu caracter problematic-instructiv, procesul rezolvării este dirijat" (*idem*, p. 37).

Subliniem că diversele serii de teme cu caracter problematic-instructiv pot fi prezentate de către profesor la lecțiile obișnuite sau pot intra în materialul de instruire programat.

Formarea algoritmilor generali sau a metodelor de acțiune se desfășoară în mod diferit în funcție de nivelul instruirii prin problematizare. Formarea procedeelor de rezolvare a unor situații-problemă prin însușirea de către elevi a algoritmilor generali și dirijarea acestui proces trebuie obligatoriu organizată pornind de la luarea în considerație a nivelului de instruire.

Primul nivel al instruirii prin problematizare este expunerea de tip problematic, în cadrul căreia transmiterea materialului de însușit are caracterul unei reproduceri a procesului de căutare, de avansare a unor ipoteze, de argumentare și verificare a acestora, precum și de evaluare a rezultatelor obținute. Acesta este stadiul inițial al instruirii prin problematizare. Totuși, primul nivel poate fi aplicat și mai tîrziu, cînd, de exemplu, trebuie să fie însușit un material școlar extrem de complex, în intervale scurte de timp sau cînd elevilor trebuie să li se transmită cunoștințe fundamentale, fără de care este imposibilă rezolvarea ulterioară a temelor cu caracter problematic-instructiv.

Un al doilea nivel intervine cînd profesorul (sau manualul pentru autodidacți) creează o situație-problemă iar problema propriu-zisă este formulată de către elevi și apoi rezolvată de ei cu ajutorul profesorului (sau al unui material de instruire programat).

Un nivel mai înalt, cel de-al treilea, se aplică în cazul în care toate condițiile rămîn la fel ca la nivelurile precedente, în afară de una, cînd situația-problemă este rezolvată integral numai de către elevi.

În sfîrșit, al patrulea și cel mai înalt nivel de instruire prin problematizare se creează cînd elevilor, puși în fața unei serii de date în dezordine, li se dă ca temă să sesizeze problema (sau problemele) posibilă și să procedeze la rezolvare în mod independent Astfel, în aceste condiții, elevilor li se oferă posibilitatea de a-și manifesta potențele lor creative.

Nu trebuie să ne închipuim că aceste patru niveluri sînt strict legate de vîrstă sau de treptele școlarizării. O asemenea legătură

este relativă, cu toate că intervine. Însușindu-și un anumit conținut al materialului școlar, elevii se pot ridica la niveluri mult mai înalte, în vreme ce însușindu-și un alt conținut — ei pot coborî.

5. DEZVOLTAREA INTELECTUALĂ A ELEVILOR ÎN CURSUL INSTRUIRII PRIN PROBLEMATIZARE

Foarte frecvent, eficiența instruirii prin problematizare este evaluată global: se constată creșterea calității și a profunzimii cunoștințelor elevilor, sînt descrise o serie de date care demonstrează creșterea independenței gîndirii și a acțiunilor elevilor[94]. Desigur, acești indicatori generali ai eficienței instruirii nu pot fi trecuți cu vederea mai ales în cazurile în care datele se bazează pe practica unui experiment mai mult sau mai puțin îndelungat și sînt confirmate de experiența profesorilor. Dar indicatorii prea generali ai eficienței instruirii prin problematizare sînt, firește, insuficienți.

În prezent se resimte nevoia unor date mai diferențiate, cu ajutorul cărora cercetătorii să poată dovedi că, prin studierea aceluiași material școlar, în aceeași unitate de timp și în condițiile unor posibilități „inițiale" egale ale elevilor, instruirea prin problematizare prezintă avantaje, judecînd după anumiți indicatori, puși în evidență cu acuratețe. Căci apare întotdeauna întrebarea: nu cumva sistemul de instruire recomandat aduce o ameliorare nesemnificativă a eficienței, în comparație cu sistemele aplicate pe scară largă, mai ales că „investițiile" pentru introducerea lui sînt considerabile?

Evaluarea eficienței instruirii prin problematizare am realizat-o la cursurile de mecanică tehnică, de tehnologia metalelor, de electrotehnică și de tehnologia specială a strungăriei. Sistematic am organizat lucrări de control, în funcție de rezultatele cărora am putut evalua reușita generală în însușirea cunoștințelor. Totuși, pentru că aceste lucrări de control se desfășurau numai în grupurile în care se aplica instruirea experimentală, nu a fost posibilă o analiză comparativă a eficienței diferitelor tipuri de instruire. De aceea, la anumite intervale de timp, după însușirea de către elevi a materialului școlar dintr-un anumit capitol, erau inițiate lucrări speciale,

[94] Date cu privire la succesele importante oferite de rezolvarea temelor-problemă în comparație cu modalitățile obișnuite de instruire au fost stabilite încă de mult. Astfel, L. Sekely relatează (culegerea *Psihologia gîndirii*, 1965) că însușirea cunoștințelor decurge mai bine în condițiile organizării unor situații-problemă. Totuși, aceste date nu au fost obținute în cadrul instruirii de masă, ci în contexte pur experimentale.

avînd ca scop un control asupra eficienței însușirii cunoștințelor și asupra dezvoltării gîndirii, în procesul instruirii prin problematizare. Aceste lucrări au fost conduse de I. I. Jukoveț, I. I. Goldin, M. G. Volkova și B. I. Obșadko și au vizat trei obiecte de studiu: tehnologia generală a metalelor, mecanica tehnică și tehnologia specială a lucrărilor de strungărie. Întrucît conținutul tehnic concret al acestor lucrări a fost descris cu alt prilej (culegerea *Despre instruirea prin problematizare,* seriile 1, 2, 3, 1967, 1969, 1973), vom stărui doar asupra principiilor alcătuirii lor și a rezultatelor obținute.

Fiecare lucrare de control a constat din două serii de teme: 1) teme cu ajutorul cărora puteau fi puse în evidență volumul și calitatea cunoștințelor elevilor; 2) teme prin intermediul cărora putea fi reliefată reușita transferului cunoștințelor și a principiilor de rezolvare la situațiile noi. Aceste sarcini erau problematizate.

În toate cazurile au fost luate pentru comparație cîte un grup experimental și cîte două grupuri de control.[95]

Grupurile de control erau selectate în așa fel încît să fie aproximativ egale ca nivel la învățătură cu grupul experimental. Într-o serie de cazuri, ele au fost ceva mai bune decît grupul experimental (după aprecierile date de profesorii care au lucrat cu elevii acestor grupuri). Trebuie să menționăm și faptul că, la ambele grupuri de control, nivelul predării era înalt (în limitele instruirii explicativ-exemplificative).

Pentru lucrările de control la tehnologia generală a metalelor, desfășurate după parcurgerea întregului curs, s-au propus 39 de întrebări diferite. Răspunsurile au avut rolul ca, pe lîngă volumul și calitatea cunoștințelor, să releve și: influența experienței anterioare de instruire asupra reușitei rezolvării problemelor, cît de temeinic[96] și de autonom se rezolvă problemele date, dacă se realizează transferul cunoștințelor și procedeelor de rezolvare. Din 26 de elevi aparținînd grupului experimental, numai doi au întîmpinat dificultăți de răspuns. În același timp, majoritatea elevilor din grupurile de control au răspuns cu dificultate la multe întrebări (chiar în condițiile în care profesorii îi sprijineau). Procedeele de rezolvare a problemelor dovedeau un raționament imperfect. Dificultăți mari erau întîmpinate la utilizarea cunoștințelor și procedeelor de acțiune în condiții noi.

[95] Excepție au făcut lucrările de control la tehnologia generală a metalelor. Aici a participat un singur grup de control.

[96] Acest aspect a fost evaluat în funcție de gradul de fundamentare a răspunsurilor.

La lucrările de control pentru mecanica tehnică (după studierea unor teme importante ca „Statica", „Cinemateca" și „Dinamica") au participat 25 de elevi aparținînd grupului experimental și celor două grupuri de control. Grupul experimental a primit 224 de întrebări și probleme (dintre acestea, 156 serveau la evidențierea volumului și a calității cunoștințelor, iar 68 se refereau la transferul de cunoștințe). În grupurile de control, numărul de întrebări și probleme a fost mai mic (207); dintre acestea, 143 au privit volumul și calitatea cunoștințelor, și 64, transferul acestora.[97]

Răspunsurile au fost evaluate după sistemul de notare cu cinci note. Apoi a fost calculată o medie.

Calcularea mediilor s-a efectuat pe baza formulei:

$$\bar{y}_{mn} = \frac{\Sigma_y}{\Sigma_n} = \frac{Y_1 n_1 + Y_2 n_2 + \dots J_n n_n}{n},$$

unde: $\bar{y}_{mn}$ este media, Y_1, Y_2 etc. este nota pentru rezolvarea temei, iar n_1, n_2 etc. reprezintă numărul de note.

Se pot deci constata anumite avantaje ale instruirii prin problematizare, atît în ceea ce privește însușirea de cunoștințe, cît și în ceea ce privește gradul de dezvoltare a gîndirii (tabelul nr. 6).

Tabelul nr. 6

Eficiența instruirii prin problematizare (prima lucrare de control)

Grupul de subiecți	Nota pentru volumul cunoștințelor	Nota pentru transferul cunoștințelor
Experimental	2,81	3,37
Grupurile de control	1,57	1,72

O cercetare similară asupra eficienței instruirii a fost făcută după parcurgerea capitolului „Strunjirea suprafețelor conice", în cadrul cursului de tehnologie specială a lucrărilor de strungărie. Grupului experimental i-au fost date 7 teme; scala evaluării cuprindea patru note. Grupurile de control, în acest caz, spre deosebire de cercetările precedente, nu mai erau egale ca valoare: la primul, predarea avea un caracter obișnuit, iar la cel de-al doilea, prin instruirea realizată, se urmărea dezvoltarea gîndirii tehnice cu

[97] Lucrarea cuprindea patru variante de valoare egală.

ajutorul unor elemente de expunere problematizată. La grupul experimental, dezvoltarea gîndirii tehnice era inclusă în instruirea prin problematizare.

Rezultatele instruirii sînt redate în tabelul nr. 7.

Tabelul nr. 7

Eficiența instruirii prin problematizare (a doua lucrare de control)

Grupurile de subiecți	Nota pentru volumul cunoștințelor	Nota pentru transferul cunoștințelor
Experimental	2,1	2,3
Control — 1	1,6	2,0
Control — 2	0,7	1,2

Așadar, potrivit datelor de la probele de control, reușita instruirii s-a dovedit a fi superioară în cazul instruirii prin problematizare. Am dori să remarcăm în mod deosebit rezultatele destul de ridicate la transferul cunoștințelor și procedeelor de operare. Aceasta înseamnă că în cursul instruirii prin problematizare se produc unele „mutații" în dezvoltarea intelectuală a elevilor. În același timp, se realizează unul dintre scopurile principale ale instruirii — dezvoltarea elevilor —, care în predarea explicativ-exemplificativă rămîne adesea la o fază declarativă.

Datele obținute nu sînt totuși de natură să ne liniștească. Instruirea prin problematizare trebuie să lărgească granițele activității de cunoaștere a elevilor, să le dezvolte gîndirea creatoare, să le educe capacitatea de însușire pe cale independentă a unor noi cunoștințe și operații. De aceea, este necesară elaborarea și aplicarea în continuare a unui sistem mai subtil de indicatori ai dezvoltării intelectuale. El trebuie aplicat pe tot parcursul instruirii și în relație cu diferite discipline de învățămînt. Din păcate, utilizarea în condițiile instruirii a unor indicatori elaborați ai dezvoltării intelectuale este dificilă. În această privință nu există un punct de vedere unitar printre cercetători. De pildă, cel mai apreciat indicator al dezvoltării intelectuale este transferul cunoștințelor și procedeelor de operare (G. S. Kostiuk, 1959, 1967; D. N. Bogoiavlenski și N. A. Mencinskaia, 1960; E. N. Kabanova-Meller, 1934, 1962; S. L. Rubinstein, 1946, 1957, 1958, 1959). Nu rareori caracterul prescurtat al acțiunilor intelectuale și capacitatea efectuării lor pe plan interior

sînt confundate cu acest indicator (P. I. Galperin, 1965, 1968, 1969; I. A. Ponomareov, 1960, 1967), ca și posibilitatea de a aplica principii generale în rezolvarea de probleme (S. L. Rubinstein, 1946), capacitatea de a anticipa condițiile efectuării acțiunilor (D. N. Bogoiavlenski și N. A. Mencinskaia, 1959 ș.a.).

Între acești indicatori ai dezvoltării nu a fost totuși stabilită pînă în prezent o relație internă suficient de precisă, nu s-a ajuns la o ierarhizare a lor, după complexitate. Mai mult, indicatorii respectivi sînt considerați, cel mai adesea, de către diferiți autori, ca fiind izolați unul de altul.

De aceea și apare necesitatea elaborării unor asemenea indicatori, a problemelor și probelor corespunzătoare lor, care să reflecte cel puțin următoarele modificări din activitatea psihică a elevilor: scurtarea timpilor de însușire a cunoștințelor pe durata întregii perioade de instruire; creșterea gradului de independență în rezolvarea unor probleme noi; nivelul de asimilare a principiilor generale de rezolvare a problemelor (însușirea metodei de lucru) și a priceperilor de a efectua o temă dată în condiții variate și, în sfîrșit, capacitatea de „sesizare a problemei".

Acesteia din urmă îi acordăm o importanță extrem de mare. Capacitatea de a sesiza problema constituie o dovadă a unui înalt nivel de dezvoltare a intelectului. Ea poate fi considerată drept cel mai important dintre indicatorii dezvoltării intelectuale. Este posibil ca acesta să fie indicatorul integral al dezvoltării intelectuale, rămînînd ca în viitor să se descopere componentele sale.

Înregistrînd „mutațiile" în dezvoltarea intelectuală a elevilor și în dobîndirea de către ei a capacității de autoeducare, de autoinstruire, în același timp nu putem ignora nici influența pe care instruirea prin problematizare o exercită asupra personalității în ansamblu. Se impune, astfel, stabilirea unor indicatori care să evidențieze aceste schimbări pe planul personalității, deoarece observațiile demonstrează că, în paralel cu formarea unui anumit stil de activitate intelectuală, se produce o creștere a intereselor pentru învățare și se constituie anumite motive favorabile activității școlare, acestea permițînd, în ultimă instanță, educarea unei atitudini cognitive pozitive față de realitate.

*
* *

Rezolvarea problemelor tehnice noi pentru subiect nu se reduce exclusiv la stabilirea de relații între datele cunoscute. Prin însăși natura sa, problema tehnică este legată de o activitate de explorare. Soluționarea ei presupune determinarea domeniului de ex-

plorare, căutarea informației care lipsește, alegerea unei soluții unice, singulare, din mai multe posibile. Rezolvarea problemelor tehnice presupune un activism explorativ, care să se exprime atît în planul cunoașterii, cît și în cel al practicii.

În ultima vreme, există două tendințe în materie de instruire: însușirea de cunoștințe prin operarea cu informații și modele „date de-a gata" și însușirea cunoștințelor prin acțiuni îndreptate către „descoperirea" acestora și a metodelor de operare cu ele. Instruirea prin muncă și învățămîntul tehnic reflectă în bună măsură prima dintre tendințele menționate, ceea ce vine în contradicție cu natura și cu particularitățile rezolvării multor probleme tehnice tipice pentru nivelul actual al dezvoltării tehnicii și producției.

Adesea, în literatura de specialitate a fost remarcat caracterul reproductiv al cunoștințelor și priceperilor însușite în munca tehnică, slaba conștientizare de către elevi a procesului muncii, în general, și sărăcirea lui intelectuală, în special. Aceasta conduce la fragmentarea cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor, împiedică stabilirea unei ierarhii între ele și îngreuiază asamblarea lor într-o activitate conștientă unitară. Între altele, reușita în activitatea tehnică modernă este determinată de capacitatea de a utiliza în mod creator cunoștințele și priceperile, precum și de o înaltă dezvoltare a capacităților constructive (în sensul larg al termenului).

Imperfecțiunea instruirii prin muncă este generată de insuficiențele existente în instruirea explicativ-exemplificată, în genere. Aceasta constituie o modalitate de instruire în cursul căreia activismul cognitiv al persoanei este scăzut, ceea ce are drept consecință o dezvoltare nesatisfăcătoare a independenței gîndirii și a capacităților intelectuale ale omului.

Procesele de învățare (de însușire), de cunoaștere, de investigare-explorare și de gîndire, sînt legate între ele, se întrepătrund și trec unul în altul. Ele se caracterizează prin aceea că îl conduc pe subiect către obținerea de cunoștințe noi, în cursul apariției și rezolvării situațiilor-problemă. Pentru ca să fie realmente activ, procesul de instruire trebuie să modeleze anumite caracteristici esențiale ale procesului gîndirii productive, creatoare. Se simte nevoia unui transfer (fenomen semnalat atît în literatura sovietică, cît și în cea străină) al principiului problematizării din psihologia gîndirii în psihologia instruirii. Acesta trebuie considerat, în cadrul instruirii, ca unul dintre cele mai importante principii psiho-didactice ale învățării.

Procesul instructiv care modelează gîndirea în trăsăturile ei esențiale și care are un caracter activ-investigativ poate fi denumit instruire prin problematizare, distingîndu-se astfel de instruirea explicativ-exemplificatoare. Instruirea prin problematizare constă în crearea pentru elevi a unor situații-problemă, în sesizarea, acceptarea și rezolvarea acestor situații în decursul activității comune a elevilor și profesorului, în condițiile unei independențe optim asigurată pentru elevi, sub îndrumarea și prin conducerea generală de către profesor.

La baza teoriei instruirii prin problematizare stau conceptele de situație-problemă și de procedeu de rezolvare a situației-problemă. Situația-problemă reprezintă o stare psihică a subiectului, care este confruntat cu o dificultate cognitivă sau practică, din această confruntare decurgînd un conflict între subiect și obiectul activității și cunoașterii. Rezultatul activității de rezolvare a unui sistem de situații-problemă, într-o anumită etapă a instruirii, trebuie să contribuie la însușirea de către elevi a principiilor generale de rezolvare a problemelor.

Situațiile-problemă, utilizate în instruire, trebuie concepute ca situații didactice, adică rezolvarea lor să fie subordonată scopurilor formării unui anumit sistem de cunoștințe, priceperi și deprinderi. Ele trebuie să fie accesibile elevilor de o anumită vîrstă, să corespundă posibilităților lor cognitive. Pot fi deosebite cel puțin trei caracteristici distinctive ale situației-problemă în cadrul instruirii. Mai întîi, aceasta trebuie să le permită elevilor ca, prin rezolvarea ei, să-și manifeste activismul pe planul cunoașterii și explorării. Apoi, întrebările generate de situația-problemă trebuie să fie semnificative (autentice) pentru elevi. În al treilea rînd, situația-problemă trebuie să se caracterizeze prin dinamicitate. Rezolvarea unei probleme generale trebuie desfășurată sub forma rezolvării unui lanț de subprobleme, decurgînd una din cealaltă și relevînd relațiile cauzale între fenomenele și procesele care sînt studiate.

Drept criteriu fundamental pentru evidențierea diferitelor tipuri de situații-problemă, ce apar în conștiința elevilor, a servit principiul contradicției, rezolvarea conflictelor respective în cursul instruirii trebuind să contribuie la dezvoltarea intelectuală a elevilor.

Considerăm că următoarele tipuri de situații-problemă trebuie luate în considerație: 1) conflictul dintre cunoștințele existente și cerințele care apar în cursul rezolvării unor probleme școlare noi; 2) conflictul dintre calea teoretic posibilă de rezolvare a problemei și nerealizarea ei practică, precum și dintre rezultatul obținut practic și lipsa fundamentării lui teoretice (desigur, în ceea ce îi privește pe elevi); 3) conflictul dintre multitudinea sistemelor de cunoștințe constituite și cerința de a alege numai unul, singurul care poate asigura soluția corectă a problemei; 4) conflictul dintre procedeele

elaborate pentru aplicarea cunoștințelor și necesitatea aplicării lor în variante practice noi; 5) conflictul dintre caracterul „static" al reprezentărilor tehnice schematice și necesitatea de a sesiza în ele „dinamica" proceselor; 6) conflictul dintre reprezentarea elaborată asupra aceleiași forme exterioare a unor imagini schematice de principiu și varietatea de forme constructive ale unei instalații tehnice concrete.

Unul dintre mijloacele cele mai importante de dirijare a activității elevilor în soluționarea situațiilor-problemă constă în alcătuirea, prin selecție specială, a unui sistem de teme problematico-instructive. O temă problematică-instructivă este, de fapt, o problemă prin care se urmărește formarea procedeelor de operare; ea reprezintă totalitatea întrebărilor care generează situația-problemă și care îi orientează pe elevi asupra caracteristicilor esențiale ale noțiunilor și fenomenelor ce se însușesc. Rezolvarea unor astfel de probleme poate contribui la formarea metodelor de activitate (a algoritmilor ei generali). Aceste probleme trebuie să fie formulate de către profesor sau (în cazul folosirii unui material didactic special) trebuie să reprezinte o cerință a materialului de învățat.

Există niveluri diferite de instruire prin problematizare.

Primul nivel constă în expunerea problematizată a materialului de învățat. Al doilea nivel se obține atunci cînd profesorul creează (organizează) el însuși situațiile-problemă, elevii participînd împreună cu profesorul la rezolvarea acestora. Nivelul al treilea are loc în cazurile în care profesorul creează doar situația-problemă, rezolvarea ei producîndu-se în activitatea desfășurată independent de către elevi. Al patrulea nivel se constituie în cazul cînd elevii „sesizează" problema pe baza unor date prezentate în dezordine de profesor.

O sarcină importantă care intervine în desfășurarea instruirii prin problematizare este urmărirea dinamicii dezvoltării intelectuale, în speță, a dezvoltării gîndirii tehnice. Cerința aceasta apare pentru că instruirea prin problematizare are drept scop lărgirea granițelor activității cognitive de gîndire a elevilor și formarea capacităților lor intelectuale.

Elaborarea în continuare a unui sistem de indicatori și în concordanță cu aceștia, a unor teme și probe care să reflecte schimbările petrecute în activitatea psihică a elevilor se impune cel puțin în următoarele privințe: diminuarea timpului de însușire și sporirea gradului de independență, nivelul asimilării metodelor de activitate, dezvoltarea capacității de a sesiza problemele acolo unde ele există. Această ultimă condiție reprezintă un indicator important al unui nivel înalt de dezvoltare intelectuală.

Coli de tipar: 17
Format: 16/61 × 86
Bun de tipar: 9.X.1981
Ediția: 1981
Nr. de plan: 7091
Întreprinderea Poligrafică Cluj
B-dul Lenin Nr. 146
Municipiul Cluj-Napoca
Republica Socialistă România
Comanda Nr. 368

PEDAGOGIA SECOLULUI XX

Se pune, prin urmare, problema definirii fundamentelor psihologice ale dezvoltării gîndirii tehnice în cursul învățării. În scopul formării inteligenței tehnice a fost necesară căutarea unui model de instruire adecvat. Putem găsi un astfel de model pornind de la particularitățile problemei tehnice, considerată sub o formă ideală, adică sub forma unei probleme care, de fiecare dată, îi apare subiectului ca fiind nouă. De pe aceste poziții, orice problemă tehnică se va remarca, în primul rînd, printr-o accentuată nedeterminare a domeniului de explorare intelectuală, iar în al doilea rînd, printr-o mare varietate de soluții. În acest mod, problemele respective pot fi examinate ca situații problematice, în sensul cel mai strict al cuvîntului, rezolvarea lor realizîndu-se în cursul unei activități cu caracter explorator.

Se poate presupune că una dintre principalele modalități de însușire a procedeelor utile activității exploratorii este așa-numita instruire prin problematizare. Procesul însuși de rezolvare a problemelor tehnice se realizează chiar în cursul rezolvării unor genuri diferite de probleme, în cursul activității de explorare. Tocmai în procesul instruirii prin problematizare omul se deprinde să adopte variantele optime de soluționare, în condițiile unei explorări operative.

Definirea bazelor psihodidactice ale instruirii prin problematizare constituie una dintre sarcinile cele mai importante pe care ni le-am propus și pe care ne-am străduit să le rezolvăm într-o anumită măsură".

T. V. KUDREAVȚEV

Lei 8,40